Politecnico di Torino
Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia

Guida alla Sicurezza nei Laboratori Chimici

di Luigi Manna

Documento per uso interno
Ver 3 del 21-02-2012

Sommario

1 Scopo 4
2 Norme generali di comportamento 4
2.1 Primo accesso in laboratorio 4
2.2 Modalità operative generali 4
2.3 Igiene e pulizia 5
2.4 Precauzioni nell'uso dei prodotti chimici 5
2.5 Protezione 6
2.6 Manipolazione di liquidi 7
2.7 Prevenzione dei pericoli d'incendio 7
3 Segnaletica di sicurezza e cartellonistica 8
3.1 Dimensioni 8
3.2 Forma e colori 8
3.3 Disposizione dei cartelli 10
3.4 Segnaletica delle tubazioni che contengono fluidi 10
4 Classificazione e etichettatura dei Prodotti chimici 11
4.1 Sistemi di classificazione 11
4.2 Raccomandazioni ONU il trasporto merci pericolose 11
4.3 Sistemi di classificazione, etichettatura e imballaggio 14
4.5 Il regolamento CE n. 1272/2008 (regolamento CLP) 16
4.6 Normativa sugli agenti cancerogeni e/o mutageni 22
5 Scheda dei dati di sicurezza 25
6 Esposizione ad agenti tossici 28
6.1 Valori limite di soglia della ACGIH 29
7 Classificazione dei dispositivi di protezione 30
7.1 Dispositivi di Protezione Individuale 30
7.2 Dispositivi di Protezione Collettiva 30
8 Indumenti e protezione del corpo 31
8.1 Camice da laboratorio 31
8.2 Occhiali, mascherine e visiere 31
8.3 Guanti per prodotti chimici 33
8.3.1 Caratteristiche e marcatura dei guanti 33
8.3.2 Selezione dei guanti 37
8.4 Calzature antinfortunistiche 37
8.4.1 Calzature di sicurezza 37
8.4.2 Calzature protettive e professionali 38
8.5 Protezione delle vie respiratorie 39
8.5.1 Respiratori a filtro 39
8.5.2 Respiratori isolanti 50
9 Sistemi di aspirazione 53
9.1 Classificazione degli agenti chimici per la selezione di un sistema di aspirazione 53
9.2 Cappa chimica 54
9.2.1 Principali caratteristiche costruttive 55
9.2.2 Controllo del flusso d'aria entrante 55
9.2.3 Prestazioni di una cappa 56
9.2.4 Collocazione nel laboratorio 56
9.2.5 Manutenzione 57
9.2.6 Criteri per valutare l'idoneità di una cappa all'uso di un agente tossico 58
9.2.7 Modalità d'uso di una cappa chimica 61
9.3 Cappe a baldacchino 62
9.4 Bocchette di aspirazione 63

10 Stoccaggio dei prodotti chimici 64
10.1 Armadi di sicurezza 65
10.1.1 Armadi di sicurezza antincendio 65
10.1.2 Armadi di sicurezza per acidi/basi e corrosivi 67
10.1.3 Armadio per solventi 67
10.2 Frigoriferi 67
10.2.1 Frigoriferi domestici 67
10.2.2 Frigoriferi di laboratorio 67
10.2.3 Raccomandazioni per l'uso dei frigoriferi 68
11 Liquidi criogenici 69
11.3 Valutazione della possibilità di asfissia e controllo del rischio 71
11.4 Sistema di rivelazione dell'ossigeno 72
11.5. Ventilazione del locale 72
11.5 Raccomandazioni per l'uso di recipienti criogenici 72
11.6 Raccomandazioni per la manipolazione di liquidi criogenici 73

Elenco di alcune sostanze chimiche incompatibili con rischio di reazioni violente 75
Elenco di alcune sostanze chimiche incompatibili con rischio di formazione di sostanze tossiche 76
Metodi di rimozione per alcuni versamenti di sostanze chimiche 77

Appendice A – Segnali di Sicurezza 79
Appendice B – Direttiva 67/548/CEE 84
Tabella B.1a - Categorie di pericolo secondo la Direttiva 67/548/CEE (parte 1 di 2) 85
Tabella B.1b Categorie di pericolo secondo la Direttiva 67/548/CEE (parte 2 di 2) 86
Tabella B.2 Categorie di pericolo, Indicazioni di Pericolo, Simboli e Frasi R secondo la direttiva 67/548/CEE 87
Elenco delle frasi di rischio (frasi R) 88
Elenco delle combinazioni di frasi di rischio 90
Elenco di consigli di prudenza (frasi S) 92
Elenco delle combinazioni dei consigli di prudenza 94
Appendice C – Regolamento CE n. 1237/2008 95
Tabella C.1- Pericoli fisici 96
Tabella C.2- Pericoli per la Salute 97
Tabella C.3- Pericoli per l'Ambiente o per lo strato d'ozono 98
Tabella C.4a - Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi - (parte 1 di 3) 99
Tabella C.5a -Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi- Pericoli per la salute (parte 1 di 2) ... 102
Tabella C.6- Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi - Pericoli per l'Ambiente e per lo strato d'ozono 103
Elenco delle Indicazioni di Pericolo e Indicazioni di Pericolo Supplementari per l'Unione Europea 104
Elenco dei Consigli di Prudenza 108

1 Scopo

La presente guida fornisce indicazioni di carattere generale sulla sicurezza nei laboratori chimici e di ingegneria chimica. Essa è indirizzata a tutto il personale che opera nei laboratori del dipartimento (studenti, assegnisti, dottorandi, tecnici e docenti).

2 Norme generali di comportamento

L'operatore (tesista, assegnista, dottorando, etc.) per comportarsi correttamente in laboratorio deve essere in grado di interpretare la segnaletica di sicurezza e l'etichettatura dei prodotti chimici, deve inoltre essere informato sulle regole definite dal Responsabile del Laboratorio, sulle procedure da adottare nelle situazioni di emergenza, su dove siano disponibili le schede dei dati di sicurezza dei materiali impiegati e i manuali delle apparecchiature che dovrà utilizzare. Un'adeguata formazione e uno specifico addestramento dovranno essere forniti per ogni attività che si dovrà svolgere. L'operatore deve essere quindi addestrato su come utilizzare correttamente la strumentazione e le apparecchiature che è previsto debba impiegare.

2.1 Primo accesso in laboratorio

L'accesso in un laboratorio è consentito al solo personale autorizzato dal Responsabile del Laboratorio.

Quando si accede per la prima volta in un laboratorio si deve:

- leggere il cartello all'ingresso con riportato il Responsabile del laboratorio e i numeri di telefono di emergenza (responsabile, infermeria, Vigili del Fuoco, portineria, ecc.);
- leggere la segnaletica di sicurezza;
- informarsi sulla presenza e la posizione dei presidi di sicurezza del laboratorio (cassetta di pronto soccorso, estintori antincendio, docce oculari, vie di uscita, scale di emergenza etc.);
- informarsi su come accedere alla documentazione disponibile (schede di sicurezza, manuali, procedure di smaltimento, regolamenti del laboratorio, ecc.).

2.2 Modalità operative generali

Rispettare tutte le regole definite dal Responsabile del Laboratorio (norme di sicurezza, smaltimento rifiuti, prenotazione strumenti, etc.).

Prima di utilizzare una qualsiasi apparecchiatura, è necessario essere addestrati su come utilizzarla correttamente, in particolare su come intervenire in caso di emergenza (manuale dell'apparecchiatura, procedura operativa, istruzione da parte del personale etc.).

Utilizzare esclusivamente apparecchiature elettriche a norma collegandole alla rete elettrica in modo corretto, senza perdere la protezione contro i contatti diretti, mantenendo il collegamento con l'impianto di messa a terra e l'adeguato grado di protezione IP.

Tutte le operazioni svolte durante l'attività di laboratorio vanno pianificate stimandone le possibili fonti di incidenti.

Non lasciare mai senza controllo apparecchiature pericolose in funzione.

Segnalare ogni guasto, mal funzionamento o problema di sicurezza al Responsabile del Laboratorio.

Segnalare ogni incidente anche se lieve al Responsabile del Laboratorio.

Evitare l'eccessivo affollamento nei laboratori.

2.3 Igiene e pulizia

Lavarsi in caso di contatto con un qualsiasi agente chimico. Lavare abbondantemente con acqua e sapone le mani, il viso e qualsiasi altra parte del corpo che sia venuta a contatto con sostanze chimiche.

Indossare sempre il camice e mantenerlo pulito. Il camice e gli altri indumenti indossati possono trattenere discrete quantità di sostanze tossiche e trasmetterle mediante inalazione o assorbimento cutaneo. Pertanto, si consiglia di lavare con frequenza il proprio camice e evitare di indossare a casa le scarpe e i vestiti usati in laboratorio.

Mantenere pulita e ordinata la propria postazione di lavoro. La pulizia riduce il possibile contatto con sostanze pericolose, l'ordine riduce la possibilità di causare incidenti quali il rovesciamento di contenitori o di vetreria, o lo scambio nell'uso di sostanze; infine, una postazione ordinata rende più facile l'intervento in caso di incidente.

Evitare di introdurre alimenti o bevande in un laboratorio chimico. Non consumare cibi o bevande nei laboratori chimici e evitare, anche per breve tempo, di conservare in laboratorio qualsiasi genere alimentare destinato al consumo. Il rischio di contaminazione riguarda anche caramelle, gomme da masticare, sigarette presenti nelle tasche del camice. Non usare recipienti del laboratorio come contenitori per alimenti.

2.4 Precauzioni nell'uso dei prodotti chimici

Prima di manipolare una qualsiasi prodotto chimico, è necessario informarsi sulle sue proprietà chimico-fisiche e sulla sua pericolosità in modo da adottare tutte le precauzioni utili al fine di operare in sicurezza. In particolare, è necessario:

- Consultare attentamente le schede dei dati sicurezza dei prodotti chimici utilizzati e le etichette dei loro contenitori in modo da attenersi alle indicazioni riportate per la manipolazione, lo stoccaggio e lo smaltimento. Informazioni aggiuntive si possono ottenere consultando banche dati cartacee o informatizzate.
- Verificare la compatibilità chimica tra le sostanze utilizzate.
- Adottare, se possibile, metodiche in grado di ridurre la presenza di concentrazioni di prodotti pericolosi; in particolare, sostanze/miscele infiammabili, tossiche o chimicamente instabili.

Nell'uso e nella manipolazione bisogna attenersi alla procedura operativa e, in caso di incidente, alle procedure di emergenza stabilite dal Responsabile dell'attività di ricerca, adottando tutti i Dispositivi di Protezione Individuali (guanti, facciali filtranti, ecc) e Collettivi prescritti (cappa chimica). Risulta quindi necessario prima di iniziare l'attività:

- Essere stati addestrati alla corretta esecuzione delle procedure operative e di emergenza necessarie e, in particolare, all'impiego dei Dispositivi di Protezione previsti dalle procedure.

Documento per uso interno – Luigi Manna

- Verificare nel laboratorio la disponibilità e l'efficienza dei Dispositivi di Protezione e di ogni altra attrezzatura o materiale necessario per le normali operazioni e in caso di emergenza (ad esempio estintori, materiale adsorbente da utilizzare in caso di versamento accidentale di un liquido).

In generale, è bene attenersi alle seguenti regole:

- Non abbandonare nel laboratorio o all'interno di una cappa prodotti chimici che non siano chiaramente identificabili.
- Riporre tutte le sostanze chimiche negli appositi armadi al termine dell'attività; in particolare, gli infiammabili, i tossici e i corrosivi (acidi e basi).
- Raccogliere, separare ed eliminare in modo corretto i rifiuti chimici, solidi e liquidi, prodotti in laboratorio; è vietato scaricarli in fogna o abbandonarli nell'ambiente; in particolare, non gettare materiale infiammabile nei cestini porta rifiuti.
- Non lasciare mai delle reazioni chimiche in corso senza controllo di un operatore.
- Evitare la presenza di fonti di accensione che potrebbero dar luogo ad incendi ed esplosioni (ad esempio, è vietato utilizzare becchi bunsen o qualsiasi altra fiamma libera, in presenza di sostanze infiammabili e all'esterno di una cappa chimica. Non scaldare mai solventi infiammabili usando "fiamme libere" ma impiegare riscaldatori elettrici.
- Nel caso in cui sia necessario trasportare per lunghi tragitti dei liquidi pericolosi (infiammabili, corrosivi, tossici etc.) contenuti in recipienti di vetro, inserirli in dei secchi. Questa operazione ne agevola il trasporto e in caso di rottura del recipiente fornisce un'azione di contenimento.

2.5 Protezione

Proteggere gli occhi. Indossare sempre degli occhiali di protezione quando si opera con sostanze chimiche. Chi porta delle lenti a contatto deve comunque sempre indossare degli occhiali di protezione. Le lenti a contatto possono ostacolare le operazioni di lavaggio, pertanto è preferibile rimuovere le lenti a contatto prima di entrare in laboratorio. In caso di contatto di una sostanza con gli occhi, eseguire, in attesa dell'intervento del medico, un lavaggio continuo per una decina di minuti mediante doccia oculare o con canna del rubinetto rivolta verso l'alto.

Proteggere le mani con guanti adatti. Guanti di lattice o altro materiale idoneo nelle operazioni di tipo chimico. Guanti da lavoro nel caso di operazioni particolari quali infilare un tubo di vetro in un tubo di gomma o in un tappo.

Indossare i Dispositivi di Protezione Individuali (occhiali, visiere, schermi, maschere etc.) come richiesto dalla scheda dei dati di sicurezza della sostanza o da eventuali altre fonti di informazione integrative.

Tutte le operazioni che coinvolgono prodotti volatili, tossici-nocivi, infiammabili o esplosivi devono essere eseguite sotto cappa chimica (della cui efficienza di aspirazione occorre essere certi a seguito di verifiche periodiche) . Le cappe chimiche hanno lo scopo primario di eliminare il rischio di esposizione ad agenti chimici pericolosi. La conduzione di un'operazione all'interno di una cappa chimica consente di eliminare il rischio di esposizione a sostanze pericolose e di ridurre i rischi di innesco, sviluppo di incendio ed esplosione. Una cappa chimica va utilizza per il travaso o prelievo di solventi (specie se volatili), per le reazioni chimiche con sviluppo di gas o vapori pericolosi, per

l'uso di apparecchiature che possono liberare nell'ambiente fumi, gas o vapori (ad esempio, un evaporatore rotante senza sistema di recupero dei solventi).

2.6 Manipolazione di liquidi

Non usare mai la bocca per aspirare un liquido. In particolare, non usare pipette aspirando direttamente con la bocca, ma utilizzare sempre delle propipette (porcellini).

Aggiungere i reagenti sempre molto lentamente e agitando in continuo in un modo da evitare reazione violente e incontrollate.

Nelle diluizioni, versare gradualmente la soluzione concentrata nel solvente o nella soluzione più diluita agitando continuamente la miscela. Non eseguire mai l'operazione versando la soluzione diluita (o il solvente) in quella concentrata.

2.7 Prevenzione dei pericoli d'incendio

Rispettare il divieto di fumo nei locali. Evitare di fumare in zone a rischio o di non utilizzare il posacenere.

Rispettare il divieto di usare fiamme libere.

Usare quadri elettrici protetti, *evitando o riducendo al minimo l'uso di prese multiple, adattatori e prolunghe.*

Evitare sovraccarichi nelle utenze elettriche.

Non ostruire la ventilazione di apparecchiature elettriche o apparecchi per il riscaldamento.

Non utilizzare apparecchiature elettriche non a norma e non tenerle accese se inutilizzate.

Evitare pericolose vicinanze tra materiali combustibili o infiammabili (carta, legno, liquidi infiammabili) e possibili *sorgenti d'innesco* (apparecchiature elettriche, apparecchiature di riscaldamento, ecc.).

Ridurre al minimo necessario i quantitativi di sostanze chimiche infiammabili.

Evitare l'accumulo di rifiuti, carta o altro materiale combustibile che possa essere facilmente incendiato.

Mantenere sgombre da ogni ostacolo *le vie di esodo e le uscite di sicurezza*.

3 Segnaletica di sicurezza e cartellonistica

Lo scopo della segnaletica di sicurezza è quello di attirare in modo rapido e facilmente comprensibile l'attenzione su oggetti e situazioni che possono provocare determinati pericoli, in particolare: vietare comportamenti pericolosi; avvertire di un rischio o di un pericolo le persone esposte; prescrivere comportamenti sicuri ai fini della sicurezza; fornire indicazioni relativi alle uscite di sicurezza e ai mezzi di soccorso o di salvataggio; indicare ulteriore elementi di prevenzione e sicurezza.

3.1 Dimensioni

La superficie del cartello deve essere opportunamente dimensionata in relazione alla distanza dalla quale il cartello deve risultare riconoscibile. In base alla normativa vigente, la dimensione di un segnale deve rispettare la seguente formula:

dove A rappresenta l'area della superficie del segnale espressa in m^2 ed L la distanza in metri alla quale il segnale deve essere riconoscibile.

Nella tabella seguente è riportata l'area minima ammessa per alcune distanze.

Distanza in metri	5	10	15	20	25	30
Area cartello in cm^2	125	500	1125	2000	3125	4500

3.2 Forma e colori

La normativa definisce la forma del cartello, i colori del bordo, dello sfondo e del pittogramma in base al tipo di segnale. Si ha infatti che i segnali devono avere le seguenti caratteristiche:

- I segnali di divieto sono di forma tonda, hanno bordo e barra trasversale di colore rosso e pittogramma nero su fondo bianco. In questi segnali il rosso deve coprire almeno il 35% della superficie.
- I segnali di avvertimento sono di forma triangolare con pittogramma nero su fondo giallo. In questi segnali il giallo deve coprire almeno il 50 % della superficie del cartello.
- I segnali di prescrizione hanno forma tonda con pittogramma bianco su fondo azzurro. In questi segnali l'azzurro deve coprire almeno il 50 % della superficie del cartello.
- I segnali di salvataggio o soccorso sono di forma quadrata o rettangolare con pittogramma bianco su fondo verde. In questi segnali il verde deve coprire almeno il 50 % della superficie del cartello
- I segnali dei presidi antincendio sono di forma quadrata o rettangolare con pittogramma bianco su fondo rosso.
- I segnali di informazione hanno forma quadrata o rettangolare con pittogramma bianco su sfondo azzurro.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella 3.1 – Forme e colori dei segnali

	○	△	□ ▭
	Divieto		Antincendio
		Attenzione Pericolo	
			Salvataggio Soccorso
	Prescrizioni		Informazioni Istruzioni

Tabella 3.2 Esempi di segnali di sicurezza

Significato o scopo	Indicazioni e precisazioni	Esempi
Segnali di divieto	Atteggiamenti pericolosi	
Materiali e attrezzature antincendio	Identificazione e ubicazione	
Segnali di avvertimento	Attenzione, cautela, verifica	
Segnali di prescrizione	Comportamento o azione specifica, obbligo di portare un mezzo di sicurezza personale.	
Segnali di salvataggio o soccorso	Porte, uscite, percorsi, materiali, postazioni, locali	
Situazione di sicurezza		

3.3 Disposizione dei cartelli

Nella disposizione dei cartelli con segnali di sicurezza nei laboratori chimici seguire le seguenti indicazioni:

- Affiggere un cartello all'ingresso del laboratorio con i divieti, le prescrizioni e gli avvertimenti principali (un esempio è riportato in figura).
- Affiggere in ogni armadio, frigorifero o altra struttura contenente prodotti chimici i necessari segnali di avvertimento e pericolo.
- Affiggere all'interno del locale cartelli con i principali divieti, pericoli, avvertimenti ecc. presenti nel laboratorio.

Figura 3.1 - Esempio di cartello all'ingresso di un laboratorio chimico

3.4 Segnaletica delle tubazioni che contengono fluidi

Le tubazioni che contengono o servono a trasportare fluidi hanno dei colori distintivi che identificano la categoria del fluido presente.

Tabella 3.4 Colori segnaletici delle tubazioni che contengono fluidi

Rosso	Antincendio
Verde	Acqua
Grigio o Argento	Vapore e acqua surriscaldata
Marrone	Oli minerali, oli vegetali e oli animali, combustibili liquidi
Giallo ocra	Gas o fluido liquefatto (esclusa l´aria)
Arancione	Acidi
Giallo	Fluidi pericolosi
Azzurro chiaro	Aria
Nero	Altri liquidi

4 Classificazione e etichettatura dei Prodotti chimici

I prodotti chimici sono generalmente distinti in sostanze e miscele (o preparati). Una *sostanza* è costituita da un elemento chimico o dei suoi composti allo stato naturale od ottenuti per mezzo di un processo di produzione. Nella sostanza sono di norma compresi gli additivi necessari a mantenerne la stabilità e le impurezze derivanti dal processo di produzione mentre sono esclusi i solventi. Una *miscela o preparato* è invece un sistema omogeneo ottenuto mescolando intimamente due o più sostanze diverse, ciascuna delle quali conserva inalterata la propria struttura chimica.

Le sostanze e le miscele sono suddivisibili in quattro gruppi di pericolosità:

- Non pericolose (es. acqua potabile e aria atmosferica in condizioni normali). In questi casi non sono da assumere particolari precauzioni.
- Non pericolose ma impiegate in condizioni tali da poter costituire pericolo (es. acqua ad alta temperatura, aria compressa). In questi casi, il pericolo non è di natura chimica ma deriva principalmente dall'alterazione di variabili fisiche quali temperatura, pressione, concentrazione o dalle particolari condizioni di impiego.
- Pericolose ma non classificate dalle norme sulla classificazione, etichettatura ed imballaggi dei prodotti chimici pericolosi (es. materiali organici degradati maleodoranti o infetti, acque di scarico con rischio biologico o materiali e prodotti esclusi dalle norme come farmaci, rifiuti etc.). Non tutte le sostanze pericolose sono regolamentate dalle stesse norme previste per l'impiego dei prodotti chimici "tradizionali".
- Pericolose così come indicato dalle norme sulla classificazione, etichettatura ed imballaggi dei prodotti chimici pericolosi (fanno parte di questo gruppo la maggior parte delle sostanze e preparati chimici normalmente presenti nei luoghi di lavoro).

4.1 Sistemi di classificazione

I sistemi di classificazione dei prodotti chimici pericolosi cambiano a seconda che siano concepiti per essere applicati al trasporto o all'uso dei prodotti chimici pericolosi. Questa distinzione è dovuta ai differenti effetti derivanti dall'esposizione ai prodotti pericolosi: occasionale per il trasporto e prolungata nel tempo nei settori dell'utilizzo, consumo e distribuzione. Alcuni sistemi si basano sul rischio altri sulla natura del pericolo dovuto alle sostanze o miscele. In generale, per pericolo si intende una fonte di possibili lesioni o danni alla salute, mentre per rischio si intende una combinazione di probabilità e di gravità delle possibili lesioni o danni alla salute in una situazione pericolosa.

4.2 Raccomandazioni ONU il trasporto merci pericolose

L'ONU ha emanato un Regolamento tipo denominato "Raccomandazioni sul trasporto di merci pericolose" chiamato anche "Orange Book" che specifica i criteri di classificazione, etichettatura e imballaggio delle merci pericolose. Sulla base delle raccomandazioni dell'ONU, sono stati definiti una serie di regolamenti internazionali riguardanti le diverse modalità di trasporto (regolamenti modali), in particolare: l'ADR per il trasporto stradale in Europa; il RID per il trasporto ferroviario in Europa; l'ADN (e ADNR) per i trasporti su vie navigabili interne (fluviale); l'IMDG Code per il trasporto marittimo (IMO) e l'ICAO T. I. per il trasporto aereo.

Documento per uso interno – Luigi Manna

I pittogrammi da inserire nell'etichette di pericolo ONU per il trasporto di merci pericolose sono riportati nella tabella X.1. *Poiché compaiono anche sull'imballaggio esterno dei colli è bene che siano noti agli utilizzatori che ricevono la merce*.

Tabella 4.1- Classi ed etichette di pericolo ONU per il trasporto di merci pericolose

Classe	Denominazione	Divisione	Modelli d'etichette	Denominazione
1	Esplosivi	1.1		Sostanze ed oggetti con rischio di esplosione di massa
		1.2		Sostanze ed oggetti con rischio di produzione di proietti
		1.3		Sostanze ed oggetti con rischio di produzione di fuoco
		1.4		Sostanze ed oggetti con minor rischio
		1.5		Sostanze poco sensibili
		1.6		Oggetti molto poco sensibili
2	Gas	2.1		Gas infiammabili
		2.2		Gas non infiammabili e non tossici
		2.3		Gas tossici
3	Liquidi infiammabili			

Documento per uso interno – Luigi Manna

4	Solidi infiammabili; sostanze autocomburenti; sostanze che, in contatto con l'acqua emettono gas infiammabili	4.1		Solidi infiammabili, sostanze autoreattive ed esplosivi desensibilizzanti
		4.2		Sostanze soggette ad accensione spontanea
		4.3		Sostanze che, in contatto con l'acqua, emettono gas infiammabili
5	Ossidanti e perossidi organici	5.1		Ossidanti
		5.2		Perossidi organici
6	Sostanze tossiche ed infettive	6.1		Sostanze tossiche
		6.2		Sostanze infettive
7	Materiali radioattivi			
	Materiali fissili			
8	Sostanze corrosive			
9	Sostanze pericolose diverse e articoli			

4.3 Sistemi di classificazione, etichettatura e imballaggio

L'Unione Europea ha introdotto negli anni un sistema per la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio per l'impiego dei prodotti chimici pericolosi basato sulla direttiva 67/548/CEE (DSP - Direttiva Sostanze Pericolose) e sulla direttiva 1999/45/CE (DPP – Direttiva Preparati Pericolosi). Tuttavia, la necessità di recepire il recente Sistema di classificazione globale armonizzato (GHS) proposto dalle Nazioni Unite, ha portato all'emanazione del regolamento europeo CE n. 1272/2008, detto regolamento CLP, che rivoluziona il sistema di classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze e delle miscele pericolose all'interno dell'Unione Europea. Questo regolamento sostituirà gradualmente il sistema preesistente. La transizione terminerà nel 2017, per cui fino ad allora sarà necessario conoscere entrambi i sistemi per interpretare correttamente l'etichettatura dei contenitori.

Le DSP e DPP prevedono una classificazione in categorie di pericolo; tuttavia, una descrizione più dettagliata è ottenibile associando alla categoria di pericolo una frase di rischio (frase convenzionale che descrive il pericolo). Il regolamento CLP ha una struttura più complessa e gerarchica; si ha una prima distinzione in classi che sono poi ulteriormente suddivise in categorie ed eventualmente in sottocategorie. Di seguito sono brevemente descritti i sistemi di classificazione e le modalità di etichettatura di entrambi i sistemi.

4.4 Direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE

La classificazione secondo le direttive 67/548/CEE (DSP) e 1999/45/CE (DPP) consiste nell'inserire una sostanza o preparato in una o più *categorie di pericolo* attribuendole la o le corrispondenti *frasi di rischio* (frasi R). Le categorie di pericolo identificano la natura dei pericoli, mentre le frasi di rischio, che sono delle frasi convenzionali, descrivono in modo dettagliato i pericoli specifici per la salute umana, animale ed ambientale. Alle sostanze e ai preparati classificati sono inoltre assegnati dei *simboli grafici*, delle *indicazioni di pericolo* e dei *consigli di prudenza* (frasi S) da riportare nell'etichetta. I simboli grafici sono dei pittogrammi di forma quadrata con sfondo arancione e grafica nera. Le indicazioni di pericolo sono brevi descrizioni del pericolo (es. esplosivo, infiammabile, tossico, ecc.), le frasi S sono frasi convenzionali che descrivono i consigli di prudenza cui attenersi in caso di manipolazione di sostanze chimiche.

La normativa prevede che l'etichetta contenga le seguenti informazioni:

- per le sostanze: nome della sostanza, per i preparati: nomi delle sostanze principali contenute nel preparato;
- nome, indirizzo completo e numero di telefono del responsabile dell'immissione sul mercato della sostanza o del preparato, a prescindere che si tratti del fabbricante, dell'importatore o del distributore;
- simboli (pittogrammi) e indicazioni di pericolo;
- frasi indicanti rischi specifici (frasi R);
- frasi indicanti i consigli di prudenza (frasi S);
- per le sostanze indicate nell'allegato I del D.M. 28 aprile 1997, il numero CE;
- per i preparati proposti o venduti liberamente al pubblico: quantità nominale del contenuto se non già specificata altrove sulla confezione.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella 4.2 – Simboli grafici adottati dal sistema DSP/DPP

Simbolo	Descrizione	Disegno
	Esplosività	Bomba che esplode
	Infiammabilità	Fiamma
	Potere comburente	Cerchio su fiamma
	Corrosività	Liquido che corrode mano e materiale
	Tossicità acuta	Teschio con tibie incrociate
	Varie	Croce di sant'Andera
	Pericoli per l'ambiente	Albero e pesce morti

Figura 4.1- Esempio di etichetta

O - Comburente

Designazione nome commerciale del preparato; "etichetta CE" n° CE (per le sostanze indicate nell'allegato I del D.M. 28 aprile 1997)

Nome, indirizzo, telefono del responsabile dell'immissione sul mercato

Nome chimico sostanza/e pericolosa/e

NATURA DEI RISCHI:

R8 -Può provocare l'accensione di materiali combustibili

R34 - Provoca ustioni

C -Corrosivo

CONSIGLI DI PRUDENZA:

S3 - Conservare in luogo fresco

S28 - In caso di contatto con la pelle lavarsi immediatamente ed abbondantemente le mani con: …

S36/39 - Usare indumenti protettivi adatti a proteggersi gli occhi/la faccia

Quantitativo nominale (per preparati venduti al dettaglio)

Le categorie di pericolo sono riportate nella tabella che segue insieme a una loro breve descrizione. La tabella successiva riporta le indicazioni di pericolo, i simboli e frasi R assegnabili a ciascuna categoria. Seguono gli elenchi delle frasi di rischio (frasi R) e dei consigli di prudenza (frasi S).

4.5 Il regolamento CE n. 1272/2008 (regolamento CLP)

Il regolamento CE n. 1272/2008 (detto regolamento CLP, Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures) integra i *criteri di classificazione* e *le norme di etichettatura della seconda revisione del Sistema mondiale armonizzato GHS* delle Nazioni Unite nella legislazione comunitaria. Il regolamento CLP è giuridicamente vincolante in tutti gli Stati membri, direttamente applicabile al settore interessato e sostituirà nel corso del tempo la direttiva 67/548/CEE e la direttiva 1999/45/CE. Nel regolamento CLP sono inclusi i provvedimenti che definiscono la transizione al nuovo sistema.

La classificazione disciplinata dal regolamento CLP si basa su una struttura gerarchica costituita da classi e categorie di pericolo. Le classi identificano la natura del pericolo e le categorie indicano differenti livelli di pericolosità nell'ambito di una medesima classe (es. categorie 1, 2 e 3). Le categorie sono numerate in ordine decrescente di pericolo. Esiste in alcuni casi un'ulteriore suddivisione in sottocategorie distinte tramite delle lettere (es. 1A, 1B e 1C). Il CLP utilizza anche altri tipi di raggruppamenti denominati "divisione" per gli esplosivi, "tipo" per le sostanze/miscele autoreattive e i perossidi organici, e "gruppo" per i gas sotto pressione. Questi termini provengono dalle raccomandazioni dell'ONU per il trasporto di merci pericolose; in questi casi i criteri di classificazione non fanno riferimento al solo pericolo derivante dalle proprietà intrinseche del materiale.

Nel regolamento CLP sono definite complessivamente 28 classi di pericolo: 16 classi di pericolo fisico, 10 di pericolo per la salute umana, una classe per l'ambiente e una supplementare non presente nel sistema GHS. Questa classe, denominata "*pericoloso per lo strato di ozono*", è stata aggiunta in quanto già presente nel precedente sistema di classificazione e di etichettatura europeo costituito dalle direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE.

Tabella 4.3 Classi, divisioni, tipi, gruppi e categorie del regolamento CLP

PERICOLI FISICI
Esplosivi (Esplosivi instabili, Divisioni 1.1,1.2,1.3,1.4,1.5 e 1.6)
Gas infiammabili (Categorie 1 e 2)
Aerosol infiammabili (Categorie 1 e 2)
Gas ossidanti (Categoria 1)
Gas sotto pressione (quattro gruppi: gas compressi, liquefatti, liquefatti refrigerati, disciolti)
Liquidi infiammabili (Categorie 1, 2 e 3)
Solidi infiammabili (Categorie 1 e 2)
Sostanze e miscele autoreattive (Tipo A, B, C, D, E, F e G)
Liquidi piroforici (Categoria 1)
Solidi piroforici (Categoria 1)
Sostanze e miscele autoriscaldanti (Categorie 1 e 2)
Sostanze e miscele che, in contatto con l'acqua, emettono gas infiammabili (Categorie 1, 2 e 3)
Liquidi comburenti (Categorie 1, 2 e 3)
Solidi comburenti (Categorie 1, 2 e 3)
Perossidi organici (Tipo A, B, C, D, E, F e G)
Corrosivi per i metalli (Categoria 1)

Documento per uso interno – Luigi Manna

PERICOLI PER LA SALUTE
Tossicità acuta (Categorie 1, 2,3 e 4)
Corrosione/irritazione della pelle (Categorie 1A, 1B, 1C e 2)
Gravi lesioni oculari/irritazione oculare (Categorie 1 e 2)
Sensibilizzazione delle vie respiratorie o cutanea (Categorie 1 e 2)
Mutagenicità per le cellule germinali (Categorie 1A, 1B e 2)
Cancerogenicità (Categorie 1A, 1B e 2)
Tossicità per la riproduzione (Categorie 1A, 1B e 2 più una categoria addizionale per effetti sull'allattamento)
Tossicità specifica per organi bersaglio - Esposizione singola (Categorie 1, 2 e Categoria 3 solo per effetti narcotici e irritazione respiratoria)
Tossicità specifica per organi bersaglio - Esposizione ripetuta (Categorie 1 e 2)
Pericolo in caso di aspirazione (Categoria 1)
PERICOLI PER L'AMBIENTE E PER LO STRATO D'OZONO
Pericoloso per l'ambiente acquatico - Tossicità acuta (Categoria 1)
Pericoloso per l'ambiente acquatico - Tossicità cronica (Categorie 1, 2, 3, e 4)
Pericoloso per lo strato di ozono (classe supplementare)

Nell'etichetta, oltre all'identificazione del prodotto, del produttore e della quantità imballata, sono presenti degli elementi standardizzati facilmente comprensibili che segnalano i pericoli e le precauzioni da seguire durante la manipolazione del prodotto; tuttavia, è bene osservare che l'etichettatura di imballaggi che non contengono ***una quantità superiore a 125 ml*** può risultare incompleta essendo le dimensioni del contenitore troppo ridotte per consentire l'apposizione di un'etichetta con tutti gli elementi di comunicazione del pericolo (le dimensioni minime dell'etichetta sono standardizzate).

In base al regolamento CLP, una sostanza o miscela classificata come pericolosa contenuta in un imballaggio è provvista di un'etichetta in cui figurano i seguenti elementi:

- nome, indirizzo e numero di telefono del fornitore o dei fornitori;
- la quantità nominale della sostanza o miscela contenuta nel collo messo a disposizione dal pubblico, se tale quantità non è indicata altrove nel collo;
- identificatori del prodotto;
- pittogrammi di pericolo (se necessari);
- avvertenze (se necessarie);
- indicazioni di pericolo (se necessarie);
- consigli di prudenza (se necessari);
- una sezione per informazioni supplementari (se necessaria).

Gli ***identificatori del prodotto*** sono le informazioni che permettono di identificare la sostanza o miscela. Nell'Unione Europea, se una sostanza compare nell' *inventario delle classificazioni e delle etichettature*, si riportano il *numero di identificazione* e la *denominazione* che le sono stati assegnati. In caso contrario, si riportano il *numero CAS* (se disponibile) e la *denominazione IUPAC* o altre denominazioni riconosciute a livello internazionale. Nel caso di una miscela si riportano il

nome commerciale o *la designazione della miscela* e l'*identità di tutte le sostanze componenti la miscela* che contribuiscono alla sua classificazione rispetto alla tossicità acuta, alla corrosione della pelle o a lesioni oculari gravi, alla mutagenicità sulle cellule germinali, alla cancerogenicità, alla tossicità per la riproduzione, alla sensibilizzazione delle vie respiratorie o della pelle, alla tossicità specifica per organi bersaglio o al pericolo in caso di aspirazione. Ci si può limitare a un *massimo di quattro denominazioni*, a meno che un numero maggiore sia necessario in ragione della natura e della gravità dei pericoli.

Un ***pittogramma*** è una composizione grafica che comprende un simbolo e altri elementi grafici (bordo, motivo o colore di fondo, ecc.) destinata a comunicare informazioni specifiche sul pericolo in questione. Nel caso del CLP/GHS, i simboli e la forma dei pittogrammi (quadrato ruotato) delle etichette sono stati presi, quando possibile, da quelli delle raccomandazioni ONU per il trasporto di merci pericolose. Tutti i simboli sono neri, il colore della cornice è rosso e il colore di fondo è bianco.

Nella tabella X.6 sono riportati i pittogrammi, con i corrispondenti codici, utilizzati per segnalare il pericolo nell'uso delle sostanze/miscele o articoli.

Tabella 4.4 – Pittogrammi adottati dal sistema GHS

Pittogramma	Codice	Descrizione	Simbolo
	GHS01	Esplosività	Bomba che esplode
	GHS02	Infiammabilità	Fiamma
	GHS03	Potere comburente	Cerchio su fiamma
	GHS04	Gas in pressione	Bombola di gas
	GHS05	Corrosività	Liquido che corrode mano e materiale
	GHS06	Tossicità acuta	Teschio con tibie incrociate
	GHS07	Varie	Punto esclamativo
	GHS08	Pericoli per la salute	Uomo con danno
	GHS09	Pericoli per l'ambiente	Albero e pesce morti

Nel caso di ***un'unica etichetta con riportate l'etichettatura per l'uso sia quella per il trasporto***, cioè quando si ha un unico imballaggio, allora non si riportano i pittogrammi di pericolo del GHS se i pericoli sono già stati segnalati da un analogo pittogramma delle raccomandazioni ONU per il

trasporto di merci pericolose. Ad esempio, se nell'etichetta compare il pittogramma ONU per liquidi infiammabili:

allora non compare il pittogramma GHS02 che segnala infiammabilità

Un'***avvertenza*** è una parola che indica il grado relativo di gravità di un pericolo; nel GHS si distinguono due gradi di pericolo:

- pericolo: avvertenza per le categorie di pericolo più gravi;
- attenzione: avvertenza per le categorie di pericolo meno gravi.

Quando sull'etichetta è riportata l'avvertenza "Pericolo" non è presente l'avvertenza "Attenzione".

Una *indicazione di pericolo* è una frase standard attribuita a una classe o categoria di pericolo che descrive la natura del pericolo di una sostanza o miscela pericolosa e, se del caso, il grado di pericolo. Sull'etichetta devono figurare tutte le indicazioni di pericolo, tranne in caso di evidente ripetizione o ridondanza.

Alcune frasi di rischio del preesistente sistema di classificazione europeo non hanno equivalenti nelle indicazioni di pericolo del sistema GHS. Per non perdere queste informazioni nella comunicazione del pericolo, il regolamento CLP ha aggiunto delle indicazioni di pericolo supplementari. Il codice di queste indicazioni è costituito dalle lettere EUH seguito dal numero del codice della frase di rischio preceduto da degli zeri fino ad ottenere tre cifre. Ad esempio, la frase di rischio R1 (*Esplosivo allo stato secco)* è inclusa nel CLP come indicazione di pericolo supplementare con codice EUH001.

Esistono indicazioni di pericolo del CLP/GHS che possono essere integrate con specifiche informazioni. In questi casi, le indicazioni di pericolo con l'informazione integrativa sono codificate aggiungendo delle lettere alle tre cifre numeriche. Ad esempio, l'indicazione di pericolo "Può provocare il cancro" (H350) può essere completata con l'indicazione di una via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo; nel caso di inalazione diventa "Può provocare il cancro se inalato", il cui codice supplementare è H350i.

Un *consiglio di prudenza* è una frase standard che descrive la misura o le misure raccomandate per ridurre al minimo o prevenire gli effetti nocivi dell'esposizione a una sostanza o miscela pericolosa conseguente al suo impiego o smaltimento. Sull'etichetta non devono figurare consigli di prudenza palesemente ridondanti o superflui in modo da evitare di riportare sull'etichetta più di sei consigli di prudenza, a meno che un numero maggiore sia necessario in ragione della gravità dei pericoli. Per ridurre il numero dei consigli di prudenza è possibile combinarli per formare un unico consiglio.

Alle indicazioni di pericolo e ai consigli di prudenza sono assegnati dei codici costituiti da una lettera seguita da tre cifre. La prima lettera del codice delle indicazioni di pericolo è una H (Hazard statement) e la prima cifra designa il tipo di pericolo, mentre nei consigli di prudenza, la prima lettera è una P (Precautionary statement) e la prima cifra designa il tipo di consiglio.

Tabella 4.5 - Codici per indicazioni di pericolo e consigli di prudenza

Indicazioni di pericolo	Consigli di prudenza
	P101-P103 Generali
H200-H290 Pericoli fisici	P201-P285 Prevenzione
H300-H373 Pericoli per la salute	P301-P391 Reazione
H400-H413 Pericoli per l'ambiente	P401-P422 Conservazione
	P501 Smaltimento

Esempi di etichetta sono riportati nelle figure che seguono.

Figura 4.2 - Esempio di etichetta

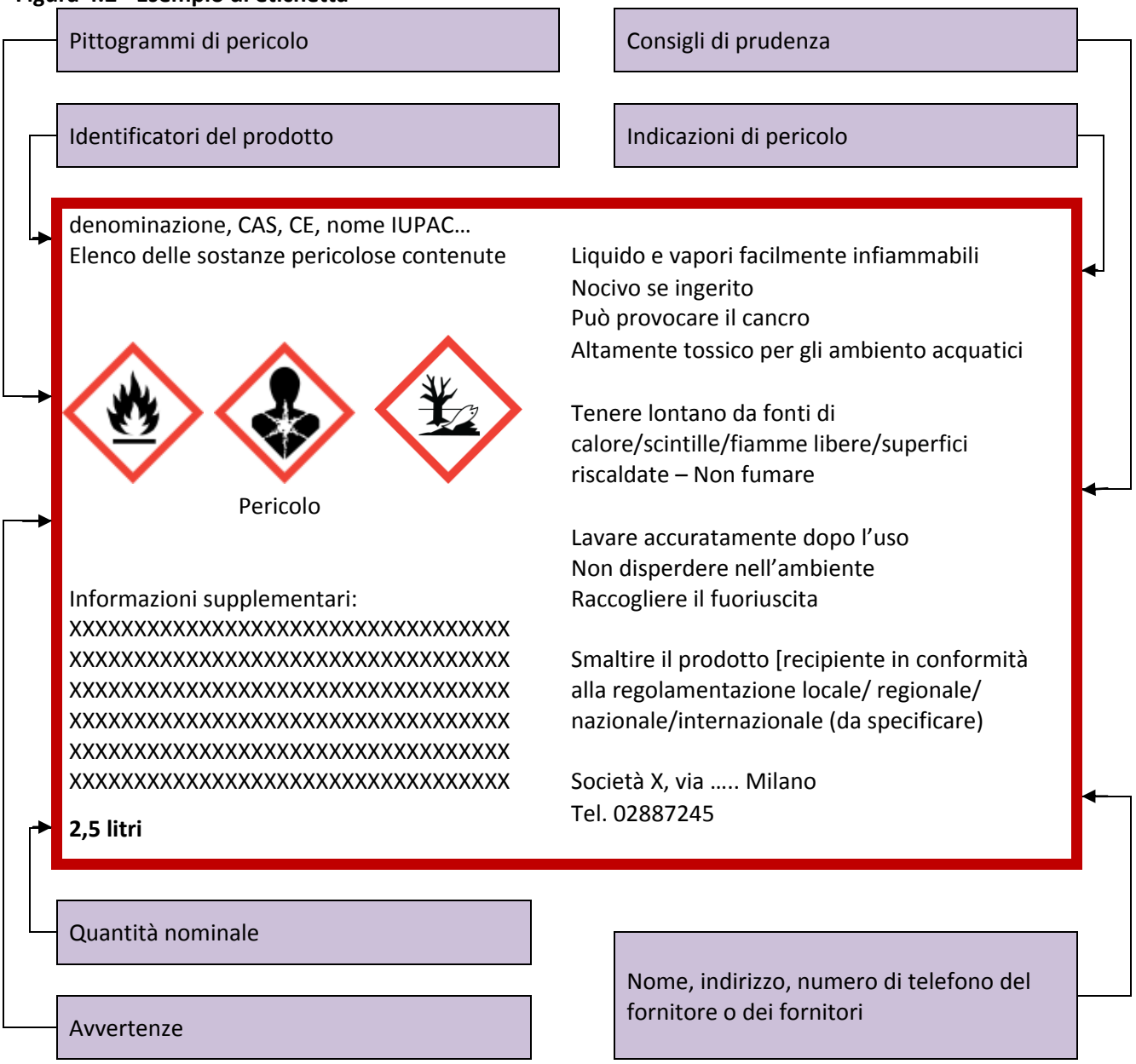


Figura 4.3 - Esempio di etichetta in caso di un unico imballaggio

CODICE DEL PRODOTTO

NOME DEL PRODOTTO

Società XXXXXX
via ….. Milano
Italia
Tel. 02887245
Tel. di emergenza: XXXXXX

Pericolo
Tenere fuori dalla portata dei bambini.
Leggere l'etichetta prima dell'uso

Liquido e vapori altamente infiammabili
Nocivo se inalato

ISTRUZIONI PER L'USO:
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Provoca danni al fegato e ai reni in caso di esposizione prolungata o ripetuta

Tenere il recipiente ben chiuso
Tenere lontano da fonti di calore/scintille/fiamme libere/superfici riscaldate-non fumare
Utilizzare soltanto all'aperto o in luogo ben ventilato
Non respirare la polvere/i fumi/i gas/la nebbia/ i vapori/gli aerosol
Indossare guanti/indumenti protettivi/
proteggere gli occhi/il viso
Mettere a terra/massa il contenitore e il dispositivo ricevente

IN CASO DI INCENDIO:usare […] per l'estinzione

PRIMO SOCCORSO
IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
In caso di malessere, contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico

Conservare in luogo fresco e ben ventilato

Numero ONU
Nome di spedizione

n. lotto 23478
Peso netto: XX
Peso lordo: XX
Data riempimento: XXXXX
Data scadenza: XXXXXX

Documento per uso interno – Luigi Manna

4.6 Normativa sugli agenti cancerogeni e/o mutageni

Secondo le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE, gli agenti potenzialmente cancerogeni e mutageni sono distinti in tre categorie di pericolo. Nelle categorie 1 e 2 gli effetti cancerogeni o mutageni sono noti (cat. 1) o probabili (cat. 2), mentre la categoria 3 è assegnata quando la nocività è sospettata, ma non provata (effetti possibili).

La normativa italiana riguardante la protezione dagli agenti cancerogeni e/o mutageni è contenuta nel D.Lgs. 81/08 (Titolo IX, Capo 2). Il decreto, nelle definizioni (art. 234), considera agenti cancerogeni o mutageni, le sostanze e i preparati cancerogeni o mutageni di categoria 1 o 2 secondo le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE, escludendo pertanto le sostanze e i preparati di categoria 3. Questa distinzione è importante in quanto per gli agenti considerati cancerogeni e/o mutageni, la norma prevede una specifica valutazione del rischio di esposizione dell'operatore e, nel caso si evidenzi un rischio per la salute, l'istituzione di un apposito registro di esposizione e un'adeguata sorveglianza sanitaria definita dal medico competente.

In generale, le categorie 1 e 2 della vecchia classificazione corrispondo alla categoria 1 (sotto categorie 1A e 1B) del regolamento CLP, mentre la categoria 3 corrisponde alla 2 del CLP. Tuttavia, la corrispondenza non è automatica poiché le tipologie di prove previste dal regolamento CLP e dalle direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE non è coincidente e gli agenti chimici possono sempre essere riclassificati sulla base di nuove informazioni.

Nelle tabelle 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10 è riportato un confronto tra gli elementi dell'etichetta di comunicazione del pericolo previsti dalla direttiva sulle sostanze pericolose (67/548/CEE) e quelli del regolamento CLP (sistema GHS). Dal confronto si può osservare, che il sistema GHS, e quindi il CLP, prevede uno specifico pittogramma per questa tipologia di sostanze, mentre la direttiva sulle sostanze pericolose (67/548/CEE) utilizza lo stesso segnale (pittogramma) usato per indicare la tossicità acuta (cat. 1 e 2) oppure la croce di sant' Andrea (cat. 3). Inoltre, a differenza della direttiva sulle sostanze pericolose (67/548/CEE), in cui non è previsto alcun suggerimento, il sistema GHS prevede sia per i cancerogeni sia per i mutageni i consigli di prudenza elencati nella tabella 4.6 per tutte le categorie di pericolo.

Tabella 4.6– Consigli di prudenza per cancerogeni o mutageni

Consigli di prudenza - Prevenzione	
P201	Procurarsi istruzioni specifiche prima dell'uso.
P202	Non manipolare prima di avere letto e compreso tutte le avvertenze.
P281	Utilizzare il dispositivo di protezione individuale richiesto.
Consigli di prudenza - Reazione	
P308+P313	IN CASO di esposizione o di possibile esposizione, consultare un medico.
Consigli di prudenza - Conservazione	
P405	Conservare sotto chiave.
Consigli di prudenza - Smaltimento	
P501	Smaltire il prodotto/recipiente in ...

Tabella 4.7– Confronto tra elementi dell'etichetta – Agenti cancerogeni (effetti noti o probabili)

Sistema di classificazione	Dir. 67/548/CEE e 1999/45/CE	Regolamento CLP (GHS)
Categoria	1 o 2	1A o 1B
Simbolo/Pittogramma		
	T	Pericolo
Frasi R/Indicazioni di pericolo	R45: Può provocare il cancro oppure R49: Può provocare il cancro per inalazione	H350: Può provocare il cancro (indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo)
Consiglio di prudenza Prevenzione	Frasi S non codificate	P201 P202 P281
Consiglio di prudenza Reazione	Non previsto	P308 + P313
Consiglio di prudenza Conservazione	Non previsto	P405
Consiglio di prudenza Smaltimento	Non previsto	P501

Tabella 4.8 – Confronto tra elementi dell'etichetta – Sospetti cancerogeni (effetti possibili)

Sistema di classificazione	Dir. 67/548/CEE e 1999/45/CE	Regolamento CLP (GHS)
Categoria	3	2
Simbolo/Pittogramma		
	Xn	Attenzione
Frasi R/Indicazioni di pericolo	Possibilità di effetti cancerogeni - Prove insufficienti	H351: Sospettato di provocare il cancro (indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo)
Consiglio di prudenza Prevenzione	Frasi S non codificate	P201 P202 P281
Consiglio di prudenza Reazione	Non previsto	P308 + P313
Consiglio di prudenza Conservazione	Non previsto	P405
Consiglio di prudenza Smaltimento	Non previsto	P501

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella 4.9– Confronto tra elementi dell'etichetta - Agenti mutageni (effetti noti o probabili)

Sistema di classificazione	Dir. 67/548/CEE e 1999/45/CE	Regolamento CLP (GHS)
Categoria	1 o 2	1A o 1B
Simbolo/Pittogramma		
	T	Pericolo
Frasi R/Indicazioni di pericolo	R46: Può provocare alterazioni genetiche ereditarie	H340: Può provocare alterazioni genetiche (indicare la via di esposizione se è accertato che nessun 'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo)
Consiglio di prudenza Prevenzione	Frasi S non codificate	P201 P202 P281
Consiglio di prudenza Reazione	Non previsto	P308 + P313
Consiglio di prudenza Conservazione	Non previsto	P405
Consiglio di prudenza Smaltimento	Non previsto	P501

Tabella 4.10 – Confronto tra elementi dell'etichetta - Sospetti mutageni (effetti possibili)

Sistema di classificazione	Dir. 67/548/CEE e 1999/45/CE	Regolamento CLP (GHS)
Categoria	3	2
Simbolo/Pittogramma		
	Xn	Attenzione
Frasi R/Indicazioni di pericolo	R68: Possibilità di effetti irreversibili	H341: Sospettato di provocare alterazioni genetiche (indicare la via di esposizione se è accertato che nessun 'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo)
Consiglio di prudenza Prevenzione	Frasi S non codificate	P201 P202 P281
Consiglio di prudenza Reazione	Non previsto	P308 + P313
Consiglio di prudenza Conservazione	Non previsto	P405
Consiglio di prudenza Smaltimento	Non previsto	P501

Documento per uso interno – Luigi Manna

5 Scheda dei dati di sicurezza

Tutte le sostanze o miscele pericolose poste in commercio in Europa devono essere accompagnate da una scheda dati di sicurezza (SDS). Essa è un documento informativo dettagliato il cui scopo è quello di *consentire agli utilizzatori professionali di prendere le misure necessarie per la protezione dell'ambiente nonché della salute e della sicurezza sul luogo di lavoro*. La scheda, redatta a cura e sotto la responsabilità di chi immette il prodotto sul mercato (fabbricante, importatore, distributore), deve essere aggiornata sulla base delle conoscenze tecniche e scientifiche più recenti, deve essere redatta in lingua italiana e riportare la data di redazione e quella dell'eventuale ultima revisione. La forma attualmente adottata in Europa è strutturata in modo da rispettare il sistema GHS; le informazioni minime da riportare sono indicate nella tabella 5.1.

La scheda dei dati di sicurezza da consultare deve essere sempre esattamente quella del prodotto da utilizzare. Sostanze o miscele in apparenza uguali possono presentare dei pericoli completamente differenti. Ad esempio, è sufficiente la presenza di una minima quantità di un agente cancerogeno (0,1%) per far classificare una sostanza/miscela non pericolosa come cancerogena, oppure un monomero stabile in presenza di un inibitore di polarizzazione può diventare pericolosamente instabile in sua assenza. Anche le caratteristiche fisiche di una sostanza/miscela sono importati, per esempio un materiale solido può essere stabile oppure dar luogo a fenomeni di autoaccensione a seconda della sua pezzatura; se questa è molto fine, è più facile avere localmente alte temperature a causa della minore dispersione termica.

Tabella 5.1 - Informazioni minime da riportare sulla scheda dei dati di sicurezza

1	Identificazione della sostanza/del preparato e della società/impresa	• Identificazione della sostanza o del preparato • Uso della sostanza/del preparato • Identificazione della società/dell'impresa • Numero telefonico di chiamata urgente
2	Identificazione dei pericoli	• Classificazione della sostanza o della miscela. • Indicazione in breve dei pericoli. • Elementi dell'etichetta compresi i Consigli di Prudenza
3	Composizione/informazioni sugli ingredienti	<u>Sostanza</u> • Identità chimica. • Nome comune, sinonimi ecc. • Numero CAS ed altri identificatori. • Impurezze e additivi stabilizzanti classificati e che contribuiscono alla classificazione della sostanza. <u>Miscela</u> • L'identità chimica e i limiti di concentrazione di tutti i componenti che sono definiti come pericolosi e presenti in quantitativi superiori al loro valore soglia.
4	Misure di primo soccorso	• Descrivere le misure di primo soccorso suddivise secondo le vie d'esposizione: inalazione, contatto con la pelle e gli occhi, ingestione. • Sintomi/effetti più importanti acuti e ritardati. • Indicazione dell'eventuale necessità di un intervento medico immediato o di un trattamento speciale, se necessario.

Documento per uso interno – Luigi Manna

5	Misure di lotta antincendio	• I mezzi di estinzione idonei. • I mezzi di estinzione da non utilizzare per ragioni di sicurezza. • Particolari pericoli risultanti dall'esposizione alla sostanza o al preparato, ai prodotti della combustione, ai gas prodotti. • Equipaggiamento speciale di protezione per gli addetti all'estinzione degli incendi.
6	Misure in caso di rilascio accidentale	• Precauzioni personali, equipaggiamento di protezione e procedure di emergenza (per chi non interviene direttamente e per chi interviene direttamente). • Precauzioni relativa all'ambiente. • Metodi e materiali per il contenimento e la pulizia. • Riferimenti ad altre sezioni.
7	Manipolazione e immagazzinamento	• Precauzioni per una manipolazione sicura. • Condizioni per un immagazzinamento sicuro, comprese eventuali incompatibilità. • Usi finali specifici.
8	Controlli dell'esposizione/ protezione individuale	• Parametri di controllo (es. Valori limite d'esposizione o valori limite biologici). • Appropriati controlli ingegneristici. • Misure di protezione individuale e collettiva.
9	Proprietà fisiche e chimiche	• Apparenza: stato fisico (solido, liquido, gassoso) , colore e odore (se percepibile). • pH • Punto/intervallo di ebollizione • Punto di infiammabilità • Infiammabilità (solidi, gas) • Proprietà esplosive • Proprietà comburenti • Pressione di vapore • Densità relativa • Solubilità • Idrosolubilità • Coefficiente di ripartizione n-ottanolo/acqua • Viscosità • Densità di vapore • Velocità di evaporazione
10	Stabilità e reattività	• Stabilità chimica e la possibilità di reazioni pericolose. • Condizioni da evitare. • Materiali da evitare. • Prodotti di decomposizione pericolosi.
11	Informazioni tossicologiche	• Descrizione concisa ma completa e comprensibile dei vari effetti tossicologici (sulla salute) che possono insorgere qualora l'utilizzatore entri in contatto con la sostanza o miscela. • Informazioni sulle probabili vie di esposizione. • Sintomi correlati alla caratteristiche fisiche, chimiche e

		tossicologiche. • Effetti ritardati, immediati e cronici in seguito a esposizione breve o a lungo termine. • Valori numerici di tossicità (es. stime di tossicità acuta).
12	Informazioni ecologiche	• Descrizione dei possibili effetti, comportamento e destino ambientale della sostanza o del preparato nell'aria, nell'acqua e/o nel suolo. • Ecotossicità • Mobilità (trasporto in caso di rilascio nell'ambiente) • Persistenza e degradabilità • Potenziale di bioaccumulo • Risultati della valutazione PBT/vPvB • Altri effetti nocivi
13	Considerazioni sullo smaltimento	• Descrizione dei residui e informazioni relative alla loro manipolazione sotto l'aspetto della sicurezza. • Metodi di smaltimento idonei della sostanza o della miscela e degli imballaggi contaminati (incenerimento, riciclaggio, messa in discarica, ecc.).
14	Informazioni sul trasporto	• Precauzioni particolari di cui un utilizzatore deve essere a conoscenza e alle quali deve attenersi per quanto concerne il trasporto o la movimentazione all'interno o all'esterno dell'azienda. • Se necessari, informazioni sulla classificazione dei trasporti per ciascuno dei regolamenti modali: IMDG (mare), ADR (strada), RID (ferrovia), ICAO/IATA (aria), in particolare: -numero ONU, - classe, - nome di spedizione appropriato, - gruppo d'imballaggio, - inquinante marino, -altre informazioni utili.
15	Informazioni sulla regolamentazione	• Informazioni relative alla salute, alla sicurezza e alla protezione dell'ambiente che figurano sull'etichetta. • Specifiche disposizioni comunitarie in relazione alla protezione dell'uomo o dell'ambiente. • Menzione delle leggi nazionali di attuazione delle disposizioni e ogni altra misura nazionale pertinente.
16	Altre informazioni	• Qualsiasi altra informazione che il fornitore ritiene rilevante per la sicurezza e la salute dell'utilizzatore e per la protezione dell'ambiente. • Quando una scheda di dati di sicurezza è stata modificata, sono indicate le informazioni aggiunte, soppresse o modificate (se non sono state indicate altrove).

Documento per uso interno – Luigi Manna

6 Esposizione ad agenti tossici

Le attività svolte in un laboratorio comportano l'impiego di agenti chimici in grado di esercitare un'azione tossica nell'organismo umano. Le principali vie d'accesso nel corpo umano sono l'inalazione, l'assorbimento cutaneo (attraverso la pelle, gli occhi e le mucose) e l'ingestione. L'inalazione è la via più probabile, in quanto la respirazione rende inevitabile l'assimilazione di agenti chimici aerodispersi quando si è privi di adeguati dispositivi di protezione (es. maschere antigas). Se si esclude l'assorbimento di gas o vapori, l'assorbimento cutaneo è invece meno probabile in quanto richiede un contatto fisico tra l'agente liquido o solido e la pelle (es. contatto con una superficie contaminata). Infine, l'ingestione involontaria è rara anche se è comunque possibile; può essere dovuta, ad esempio, a una scarsa igiene personale o a un contatto sub-inconscio tra la mano e la bocca. In conclusione, si può affermare che il rischio tossicologico a cui si è sottoposti in un ambiente lavorativo è in gran parte un rischio inalatorio e in misura minore un rischio di assorbimento cutaneo.

Il monitoraggio ambientale degli agenti tossici aerodispersi è la forma di controllo più frequentemente adottata in quanto è il metodo più rapido e semplice per controllare l'esposizione. Lo scopo è quello di limitare la dose massima di agente tossico ponendo dei limiti al tempo di esposizione e alla concentrazione ambientale raggiungibile (valore limite di esposizione professionale). Tuttavia, questo metodo presenta l'inconveniente di non riferirsi alla reale dose assorbita dai singoli individui, la quale dipende anche da fattori non considerati come la ventilazione polmonare e l'attività fisica che si sta svolgendo. Questo inconveniente può essere superato integrando il monitoraggio ambientale con uno biologico, cioè controllando non solo l'ambiente lavorativo ma anche le persone esposte.

Il monitoraggio biologico consiste nella misura di uno o più indicatori di natura chimica (es. un agente tossico o un suo metabolita) in un mezzo biologico (sangue, urina, ecc.) prelevato dalle persone esposte. Si possono distinguere un monitoraggio biologico dell'esposizione, un monitoraggio biologico degli effetti e un monitoraggio biologico di suscettibilità. Il monitoraggio biologico dell'esposizione determina il livello di esposizione interna misurando degli indicatori biologici di dose o esposizione e li confronta, quando noti, con dei valori biologici limite o di riferimento. La misura degli indicatori biologici di effetto valuta la presenza di sintomi precoci o situazioni disfunzionali reversibili con il miglioramento delle situazioni espositive. Gli indicatori biologici di suscettibilità segnalano invece differenze interindividuali nella risposta tossica causate da differenze genetiche. Il monitoraggio biologico è spesso raccomandato per gli agenti tossici assorbibili dalla pelle che possono produrre effetti sistemici per la prevenzione dei quali il solo monitoraggio ambientale è inadeguato.

La disciplina che si occupa di individuare, valutare e controllare i fattori nocivi presenti negli ambienti di lavoro è l'igiene industriale. Le loro associazioni e altre organizzazioni nazionali e internazionali che si occupano di salute negli ambienti di lavoro forniscono i valori limiti di esposizione professionale e biologici per i più diffusi agenti chimici. Questi valori limite, stabiliti sulla base delle conoscenze scientifiche disponibili e aggiornati periodicamente, sono spesso recepiti dalle normative nazionali.

L'Unione Europea ha incaricato un Comitato Scientifico (Scientific Committee on Occupational Exposure Limit Values - SCOEL) di definire soglie di esposizione (Occupational Exposure Limit-

OEL), le quali devono rappresentare un livello di rischio basso per la maggior parte dei lavoratori, al di sotto del quale non sono previste conseguenze dannose per gli esposti.

Riguardo all'Italia, il decreto legislativo n. 81/2008 (testo unico sulla sicurezza) ha recepito i valori di esposizione professionale e biologica obbligatori predisposti dalla Commissione europea e ha stabilito i valori limiti nazionali. I valori sono riportati negli allegati XXXVIII, XXXIX, XL e XLI del decreto legislativo. Un apposito comitato scientifico ha il compito di aggiornarli in funzione del progresso tecnico e scientifico, dell'evoluzione delle normative e delle specifiche comunitarie o internazionali.

I valori dei limiti di esposizione professionale e biologica sono reperibili, quando disponibili, nella sezione 8 (Controlli dell'esposizione/protezione individuale) della scheda dei dati di sicurezza dell'agente chimico.

Poiché in assenza di valori limite specifici europei o italiani sono di norma utilizzati i valori di esposizione pubblicati dalla ACGIH, nella sezione seguente è riportata una loro breve descrizione.

6.1 Valori limite di soglia della ACGIH

I valori di esposizione professionale più diffusi sono quelli pubblicati annualmente dalla American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). E' bene osservare che questi valori, denominati valori limite di soglia (Threshold Limit Value) e indicati con l'acronimo TLV, non costituiscono una linea di demarcazione netta fra concentrazione pericolosa e non pericolosa, né un indice relativo di tossicità; inoltre, poiché sono stati concepiti per essere impiegati in ambito lavorativo, si riferiscono solo a persone adulte in buona salute: i valori applicabili all'intera popolazione sono normalmente molto più alti. Riguardo agli agenti cancerogeni, questi possono comparire nell'elenco pubblicato dalla ACGIH con l'indicazione di evitare qualsiasi esposizione (non esiste un valore di soglia) oppure, in alcuni casi, sono forniti dei valori di TLV prudenziali.

I valori limite di soglia, riportati in ppm (in volume) o mg/m^3, si suddividono in TLV-TWA, TLV-STEL e TLV-C.

Il TLV-TWA (Threshold Limit Value -Time Weighted Average) o valore limite di soglia con media ponderata nel tempo è la concentrazione media ponderata nel tempo al quale si ritiene che tutti i lavoratori possono essere ripetutamente esposti durante una normale settimana lavorativa (turno giornaliero di 8 ore, 40 ore settimanali). E' permessa l'escursione al disopra del valore di TLV-TWA se questa è compensata, durante la giornata lavorativa, da un'escursione al disotto di esso.

La TLV-STEL (Threshold Limit Value - Short-Term Exposure Limit) o valore limite di soglia con limite per breve tempo di esposizione è la concentrazione a cui si crede i lavoratori possono essere esposti per un periodo continuativo di 15 minuti senza soffrire di irritazione, alterazione cronica o irreversibile dei tessuti, o narcosi di intensità sufficiente da accrescere la probabilità di infortuni, o limitata la possibilità di mettersi in salvo in caso di incidente o ridotta l'efficienza lavorativa, sempre che il limite medio giornaliero imposto dal TWA sia soddisfatto. Uno STEL è un TWA di 15 min di esposizione che non deve mai essere superato durante la lavorazione perfino se il TWA è soddisfatto. Il superamento del TWA non deve avvenire più di quattro volte al giorno e deve passare almeno un'ora tra due esposizioni successive.

Documento per uso interno – Luigi Manna

7 Classificazione dei dispositivi di protezione

Le attività svolte in un laboratorio e in particolare l'impiego di prodotti chimici comportano un pericolo di esposizione da parte degli operatori. I metodi e le procedure adottate devono essere concepite in modo devono eliminare o ridurre al minimo questi rischi. A questo scopo si impiegano dei mezzi di protezione, i quali possono essere distinti in due gruppi: mezzi che esercitano un'azione protettiva su tutto il personale presente (Dispositivi di Protezione Collettiva - DPC) e mezzi che, indossati dagli operatori, esercitano un'azione di protezione individuale (Dispositivi di Protezione Individuale - DPI). Nelle scelta dei mezzi di protezione è preferibile l'adozione di Dispositivi di Protezione Collettiva, solo quando i Dispositivi di Protezione Collettiva risultano inadeguati è opportuno attrezzare i singoli operatori con dei Dispositivi di Protezione Individuale.

7.1 Dispositivi di Protezione Individuale

Un dispositivo di protezione individuale (DPI) è un'attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta da un operatore/lavoratore alla scopo di proteggerlo contro uno o più rischi in grado di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni altro complemento o accessorio destinato a tale scopo.

I dispositivi di protezione individuale sono divisi in tre categorie, in funzione del tipo di rischio:

- I categoria. Si è in presenza di un rischio lieve; l'attrezzatura è autocertificata dal produttore.
- II categoria. Il rischio è significativo come ad esempio danni ad occhi, mani, braccia, viso. Un prototipo del dispositivo è stato certificato da un organismo di controllo autorizzato.
- III categoria. Comprende tutti i DPI per le vie respiratorie e protezione dagli agenti chimici aggressivi. Un prototipo del dispositivo è stato certificato da un organismo di controllo autorizzato; in aggiunta, si ha controllo della produzione.

I dispositivi di protezione individuale devono riportare per legge il marchio CE il quale indica la conformità ai requisiti essenziali di salute e sicurezza. Inoltre il dispositivo di sicurezza deve contenere un manuale di istruzioni per l'uso, conservazione, pulizia, manutenzione, data di scadenza, categoria e limiti d'uso possibilmente scritto nelle lingue ufficiali.

7.2 Dispositivi di Protezione Collettiva

I Dispositivi di Protezione Collettiva (DPC) più frequenti nei laboratori sono dei sistemi che, intervenendo direttamente sulla fonte inquinante, riducono o eliminano il rischio di esposizione dell'operatore e di contaminazione dell'ambiente di lavoro. Esempi di Dispositivi di Protezione Collettiva sono le cappe chimiche convenzionali a espulsione totale, le cappe chimiche a filtrazione molecolare, gli armadi ventilati e di sicurezza per materiali infiammabili**,** le cappe BioHazard *(cabine di sicurezza microbiologica)* e i glove box. I Dispositivi di Protezione Collettiva non avendo una direttiva di prodotto alla quale far riferimento sono privi di marcatura CE.

Documento per uso interno – Luigi Manna

8 Indumenti e protezione del corpo

8.1 Camice da laboratorio

La manipolazione di prodotti chimici comporta la possibilità di una contaminazione degli indumenti; si ha quindi che per ragioni di igiene, cioè per preservare i propri vestiti da questa contaminazione, risulta necessario indossare sempre un camice quando si è all'interno di un laboratorio chimico. Il camice da laboratorio deve essere confortevole in modo da poter essere indossato per tutta la giornata lavorativa, di solito è realizzato in cotone o cotone e poliestere.

Nell'uso del camice rispettare le seguenti regole:

- indossare il camice tutte le volte che si entra in laboratorio o che si maneggiano agenti chimici;
- tenere il camice in laboratorio e non indossarlo al di fuori della zona dei laboratori;
- pulire il camice regolarmente; qualora il camice o l'abbigliamento personale vengano contaminati significativamente devono essere decontaminati prima del loro uso successivo.

E' bene osservare che il normale camice da laboratorio è un indumento dal lavoro che deve essere indossato per ragioni di igiene; non svolgendo una efficace funzione protettiva dagli agenti chimici non è un Dispositivo di Protezione Individuale. Tuttavia, nel caso in cui sia richiesta la protezione del corpo da un rischio specifico, ad esempio, se si eseguono operazioni in cui si manipolano ingenti quantità di sostanze/miscele pericolose, si devono indossare degli indumenti protettivi (camici, grembiuli o tute) realizzati in speciali materiali resistenti all'agente chimico in questione; in questo caso, questi indumenti sono da considerarsi dei Dispositivi di Protezione Individuale.

8.2 Occhiali, mascherine e visiere

La protezione degli occhi deve essere scelta in base allo stato fisico, alle operazioni e al livello di tossicità dei prodotti.

Occhiali di sicurezza

Occhiali di sicurezza con schermi laterali sono richiesti per chiunque operi in laboratorio. Gli occhiali di sicurezza *proteggono gli occhi dai materiali solidi* (schegge) ma sono *meno efficaci nel proteggere dagli schizzi.*

Occhiali a mascherina

Le *maschere o occhiali a mascherina si utilizzano quando è possibile che ci siano schizzi* o se si è *costretti a portare occhiali da vista*. Devono avere aperture per evitare l'appannamento.

Visiere

Visiere, schermi facciali o maschere protettive sono richiesti quando *si versa o si travasano materiali corrosivi o liquidi pericolosi soprattutto se in grande quantità*. Gli schermi *non sono un sostituto dei protettori oculari*, si devono usare entrambe le protezioni.

Chi indossa *lenti a contatto deve essere informato dei particolari rischi* che comportano (ad es. assorbimento di agenti chimici dall'aria), soprattutto se del tipo gas permeabile. Gas e vapori possono condensarsi tra lente e occhio causando danni permanenti all'occhio stesso. Schizzi che arrivassero dietro la lente sarebbero difficili da rimuovere con i lavaggi oculari. Inoltre, alcuni tipi di solventi "sciolgono" le lenti polimeriche.

Prima di indossare occhiali e schermi ispezionarli per evidenziare eventuali danni o deterioramenti.

8.3 Guanti per prodotti chimici

I guanti hanno il compito di proteggere le mani dal contatto con sostanze/miscele dannose; devono quindi essere indossati ogni qualvolta sussiste questo pericolo. Nel loro uso è bene tenere sempre presente che proteggono solo per un limitato periodo di tempo; infatti, consentono sempre una lieve permeazione in misura inversamente proporzionale al loro spessore. La selezione del tipo di guanti (materiale e spessore) va eseguita sulla base della scheda dei dati di sicurezza e di eventuali altre informazioni reperibili (resistenza chimica del materiale, indici di penetrazione e permeazione). I materiali più comunemente utilizzati sono lattice, nitrile, neoprene, PVC etc.; per quelli privi di supporto tessile all'interno è possibile utilizzare un sottoguanto in maglia che eviti il contatto diretto con la pelle. Nel caso dei guanti in lattice sono possibile reazioni allergiche. Infine, i guanti per prodotti chimici non sono adatti per operare con materiali caldi o abrasivi, in questi casi sono necessari guanti appositi.

Nell'uso dei guanti adottare le seguenti regole:

- Ispezionare i guanti prima di ogni uso in modo da rilevare danni o contaminazioni (tagli, punture, punti scoloriti).
- Rimuovere i guanti prima di toccare superfici che non devono essere contaminate (maniglie, telefono ecc.).
- I guanti vanno tolti avendo cura di rovesciarli e successivamente vanno posti tra i rifiuti pericolosi.
- I guanti monouso non devono essere mai riutilizzati.
- I guanti non monouso vanno comunque sostituiti periodicamente in funzione della frequenza d'uso e della loro resistenza alle sostanze impiegate. I lavaggi e l'utilizzo di solventi non polari rimuovono gli agenti plastici degradando rapidamente il guanto.
- In caso di versamento sui guanti, è necessario toglierseli e lavarsi subito le mani.
- Lavarsi sempre le mani dopo essersi tolti i guanti.

8.3.1 Caratteristiche e marcatura dei guanti

Le due caratteristiche principali che determinano il comportamento dei guanti relativamente alla protezione chimica sono rappresentate dalla resistenza alla penetrazione e alla permeazione. Con il termine penetrazione si intende il passaggio di una sostanza chimica o di un microorganismo attraverso la porosità dei materiali, le cuciture, eventuali microforature o altre imperfezioni del materiale del guanto di protezione, mentre per permeazione si intende il passaggio della sostanza chimica attraverso il guanto mediante diffusione.

Penetrazione

La resistenza alla penetrazione è valutata sottoponendo il guanto a prove standardizzate di tenuta con aria e/o acqua. Il risultato che deve essere controllato in conformità con il livello medio di qualità (AQL) è quantificato mediante in indice di prestazione a tre livelli.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Indice di penetrazione	Livello medio di qualità
Livello 3	< 0.65
Livello 2	<1.5
Livello 1	<4.0

Il livello 2 nella prova di penetrazione eseguita con acqua è considerato sufficiente per costituire un'efficace barriera contro i microrganismi. In questo caso è apposto il seguente pittogramma.

Permeazione

La resistenza alla permeazione è espressa tramite un indice funzione del tempo necessario a una particolare sostanza liquida ad impregnare completamente lo spessore del guanto. I produttori di guanti rendono normalmente disponibile ai clienti gli indici di permeazione dei loro prodotti per un numero elevato di sostanze in modo da agevolare la selezione del guanto più adatto.

Indice di permeazione	Tempo di permeazione (min)
0	<10
1	>10
2	>30
3	>60
4	>120
5	>240
6	>480

La normativa ha definito una lista di dodici sostanze chimiche caratteristiche da usare per l'esecuzione delle prove di permeazione. Un guanto per essere considerato resistente ai prodotti chimici deve avere un tempo di permeazione superiore a 30 min (indice di permeazione 2) per almeno tre di queste sostanze standard. Le sostanze standard sono state codificate mediante delle lettere come riportato nella seguente tabella.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Codice Lettera	Sostanza	Classe
A	Metanolo	Alcol primario
B	Acetone	Chetone
C	Acetonitrile	Nitrile
D	Diclorometano	Alcano clorurato
E	Bisolfuro di carbonio	Solfuro organico
F	Toluene	Idrocarburo aromatico
G	Dietilammina 1	Ammina
H	Tetraidrofurano	Etere ed eterociclico
I	Acetato di etile	Estere
J	n-eptano	Alcano
K	Idrossido di sodio 40%	Base inorganica
L	Acido solforico 96%	Acido minerale inorganico

Il pittogramma "Resistenza ai prodotti chimici" è seguito da almeno tre lettere che si riferiscono alle sostanze chimiche standard che hanno un indice di permeazione almeno pari a 2**,** ad esempio:

ACK

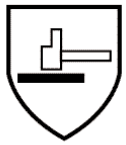
Nel caso in cui gli indici di permeazione siano superiori a due i loro valori possono essere riportati prima della sequenza di lettere.

6363 ACKL

Il pittogramma "Bassa resistenza ai prodotti chimici" è applicato ai guanti che non ottengono un tempo di permeazione di almeno 30 minuti per almeno tre sostanze chimiche delle dodici sostanze di riferimento, ma che sono conformi alla prova di penetrazione (indice di penetrazione 2).

Documento per uso interno – Luigi Manna

I guanti chimici devono avere comunque un'adeguata protezione dai pericoli di natura meccanica, essa è rappresentata dal pittogramma "rischio meccanico" seguito da quattro cifre (indici di prestazione), ciascuna delle quali indica il livello di prestazione del guanto rilevato dalla prova per un determinato rischio.



a b c d

Gli indici di prestazione rappresentati in figura con delle lettere sono i seguenti:

a. resistenza all'abrasione indicata dal numero di cicli richiesti per raschiare completamente il guanto di prova;

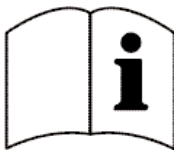
b. resistenza al taglio (da lama) indicata da un fattore calcolato sul numero di passaggi necessari per tagliare il guanto di prova a velocità costante;

c. resistenza allo strappo indica la forza necessaria per lacerare il provino;

d. resistenza alla perforazione indica la forza necessaria per perforare il provino con una punta di dimensioni standard.

Prova	**Indice di prestazione**					
	0	1	2	3	4	5
a. Resistenza all'abrasione (cicli)	<100	100	500	2000	8000	
b. Resistenza al taglio (fattore)	<1,2	1,2	2,5	5,0	10,0	20,0
c. Resistenza allo strappo (newton)	<10	10	10	25	50	75
d. Resistenza alla perforazione (newton)	<20	20	20	60	100	150

Infine, il seguente pittogramma indica che i guanti sono forniti con delle istruzioni d'uso.



Documento per uso interno – Luigi Manna

8.3.2 Selezione dei guanti

Nella scelta dei guanti è necessario prima individuare il materiale più adatto, cioè che abbia una resistenza chimica adeguata alla sostanza/miscela da cui devono proteggere le mani dell'operatore. Questa prima selezione si può basare su tabelle fornite dal produttore, una grossolana indicazione è ottenibile dalla seguente tabella.

Sostanze	Lattice	Nitrile	Neoprene	PVC
Acidi	x	x	x	x
Basi	x	x	x	x
Idrocarburi		x	x	
Chetoni	x		x	
Solventi organici		x	x	
Oli		x	x	x
Grassi		x	x	x

Scelto il materiale, si seleziona il guanto sulla base del suo *indice di permeazione*. Il suo valore deve infatti essere *sufficiente a proteggere l'operatore per tutto il tempo in cui si ha un contatto tra i guanti e la sostanza chimica*. Di norma 30 minuti (indice 2) sono più che sufficienti, ma se è necessario proteggere l'operatore per un'intera giornata lavorativa (otto ore di continuo contatto un la sostanza) allora è necessario un guanto con indice di permeazione 6. Nel caso in cui gli indici di permeazione della sostanza chimica non siano disponibili conviene usare come riferimento quelli della sostanza chimicamente più simile per cui sono disponibili.

8.4 Calzature antinfortunistiche

Le calzature da lavoro possono essere:

- calzature di sicurezza, contraddistinte dalla lettera "S" (safety);
- calzature protettive, contraddistinte dalla lettera "P" (protective);
- calzature professionali, contraddistinte dalla lettera "O" (occupational).

8.4.1 Calzature di sicurezza

Le calzature di sicurezza sono divise in sette categorie: SB, S1, S1P, S2, S3, S4 e S5. La categoria base, indicata con la sigla SB (B=base), corrisponde ai seguenti requisiti minimi:

- puntale con altezza e base portante in grado di assorbire 200 J;
- zona del tallone chiusa;
- altezza base sufficiente per lo scopo della calzatura;
- tomaia (nel tipo basso può anche essere aperta);
- fodera anteriore;

Documento per uso interno – Luigi Manna

- sottopiede;
- suola in qualsiasi tipo di materiale (può essere liscia).

Le categorie successive S1, S1P, S2, S3, S4 e S5 devono possedere ulteriori requisiti identificati nella marcatura dai simboli: A, E, WRU, P, HI, CI, HRO.

Simbolo	Requisito
A	proprietà antistatiche
E	assorbimento di energia nella zona del tallone
WRU	penetrazione e assorbimento d'acqua - tomaia
P	resistenza alla perforazione
HI	isolamento dal calore
CI	isolamento dal freddo
HRO	resistenza al calore da contatto

Categoria	Requisiti supplementari a quelli minimi						
	A	E	WRU	P	HI	CI	HRO
S1	X	X					
S1P	X	X		X			
S2	X	X	X				
S3	X	X	X	X	(*)	(*)	(*)

(*) requisito non obbligatorio, indicato sulla calzatura se presente.

Le categorie S4 e S5 sono degli stivali adatti in ambienti con forte presenza di liquidi. Hanno proprietà antistatiche e di assorbimento di energia nella zona del tallone. La S5 ha come requisito supplementare la resistenza alla perforazione.

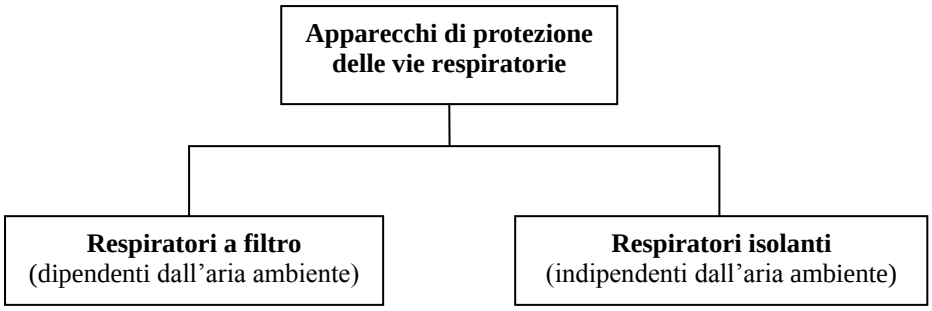
8.4.2 Calzature protettive e professionali

Queste calzature sono analoghe a quelle di sicurezza, l'unica differenza consiste nel puntale di protezione. Nelle calzature protettive ha un'energia di assorbimento di 100 J, in quelle professionali è assente.

Documento per uso interno – Luigi Manna

8.5 Protezione delle vie respiratorie

Nei laboratori chimici si può operare con sostanze volatili, gas o polveri che possono essere assimilate tramite inalazione e provocare effetti tossici. Se l'uso di una cappa chimica con un'adeguata ventilazione non è sufficiente a garantire la sicurezza degli operatori, allora è necessario proteggere le vie respiratorie con dei Dispositivi di Protezione Individuale detti respiratori. Questi dispositivi, denominati anche Apparecchi di Protezione delle vie Respiratorie – APVR, possono essere distinti in due categorie: i respiratori a filtro, che operano rimuovendo i contaminati dall'aria ambiente prima che questa sia inspirata dall'operatore, e i respiratori isolanti, i quali sono muniti di una sorgente di aria indipendente dall'aria presente nell'ambiente (ad esempio una bombola).



I respiratori a filtro sono quelli più comunemente usati; tuttavia, vi sono delle situazioni in cui il loro impiego non è possibile; ad esempio, non sono in grado di supplire all'eventuale mancanza dell'ossigeno necessario alla respirazione (fatto che può verificarsi durante un incendio in un ambiente poco arieggiato) o quando la concentrazione del contaminante è elevata o ignota.

8.5.1 Respiratori a filtro

I respiratori a filtro sono distinguibili sulla base delle sostanze nocive da rimuovere nelle seguenti tre categorie:

- Antipolvere per polveri, fibre, fumi (particelle inferiori a 4 micron) e nebbie (goccioline liquide su base acquosa o organica).

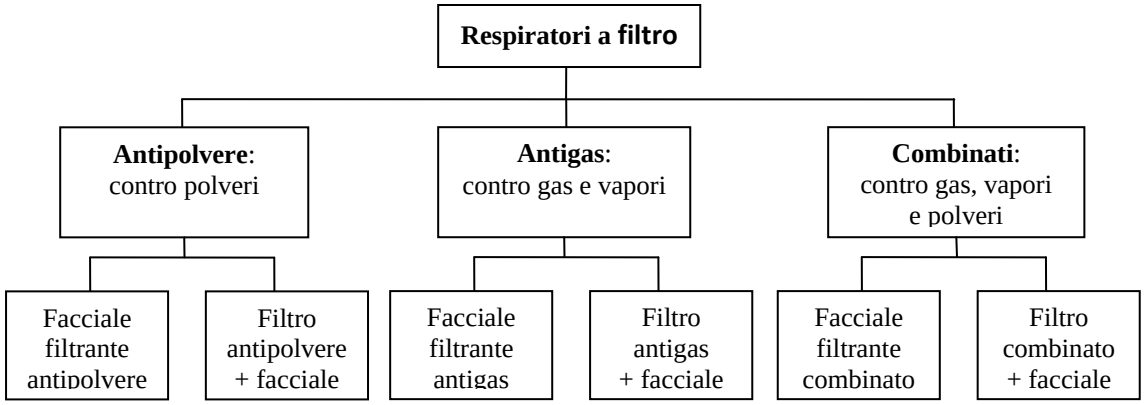
- Antigas per gas e vapori.

- Combinati contro particelle, gas e vapori.

Poiché i filtri hanno un tempo limitato di funzionamento, i respiratori sono normalmente costituiti da due elementi separabili: un facciale e un filtro sostituibile. Esistono però anche dei respiratori monouso detti facciali filtranti in cui il facciale e il filtro costituiscono un unico elemento.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Il seguente schema rappresenta le possibili combinazioni facciale/filtro per le tre categorie di respiratori.



Nel caso delle polveri la resistenza al flusso d'aria provocata dal filtro può rendere così difficoltosa la respirazione da richiedere l'uso di elettrorespiratori nei quali la ventilazione è assistita da un elettroventilatore. In questi respiratori, l'aria aspirata da un elettroventilatore è filtrata e convogliata al facciale (maschera intera, semimaschera, cappuccio o casco completo) mantenendo una certa sovrappressione per impedire l'ingresso dell'aria esterna contaminata.

In base alla ventilazione si possono distinguere tre tipi di respiratori:

- Respiratori non assistiti, dove la ventilazione è dovuta solamente all'atto respiratorio dell'operatore.
- Respiratori a ventilazione assistita che sono progettati per garantire una certa protezione anche in caso di blocco dell'elettroventilatore
- Respiratori a ventilazione forzata che non forniscono protezione senza il contributo dell'elettroventilatore.

8.5.1.1 Facciali dei respiratori a filtro

Facciali filtranti

I facciali filtranti consistono in una mascherina che copre il naso e la bocca costituita interamente o prevalentemente da materiale filtrante attraverso il quale passa l'aria inspirata. L'aria espirata può essere scaricata attraverso il materiale filtrante o attraverso un'apposita valvola di espirazione. Molti facciali filtranti, per adattarsi meglio al volto, sono dotati di un adattatore sagomabile intorno al naso (stringinaso). I facciali filtranti sono usati prevalentemente per trattenere corpuscoli tuttavia alcuni tipi trattengono anche vapori (organici o acidi). Questi respiratori sono monouso, cioè utilizzabili per un solo turno di lavoro (otto ore).

Facciale filtrante senza valvola di espirazione

Particolare dell'interno della mascherina

Facciale filtrante con valvola di espirazione

Particolare dell'interno della mascherina

Maschere o semimaschere

Le maschere a filtro sono costituite da un elemento facciale completo (maschere integrali, maschere a pieno facciale) che protegge anche gli occhi o da una semimaschera che copre solo naso e bocca accoppiato a uno o più elementi filtranti. Ogni maschera è dotata sia valvole di inspirazione che di valvole di espirazione.

Le maschere a pieno facciale hanno una migliore tenuta rispetto alle semimaschere.

Semimaschera a doppio elemento filtrante

Maschera integrale a singolo elemento filtrante e a doppio elemento filtrante

8.5.1.2 Respiratori a filtro antipolvere non assistiti

I respiratori antipolvere non assistiti filtrano l'aria inspirata mediante un'azione meccanica abbinata generalmente un'azione elettrostatica. Essi sono generalmente contraddistinti da una colorazione bianca e sono costituiti o da dei facciali filtranti o da delle semimaschere con filtro.

Le norme europee definiscono 3 classi di protezione ad efficienza filtrante totale crescente. I facciali filtranti sono indicati dalla sigla FFP (Facciali Filtranti anti-Polvere) seguita dal numero della classe di protezione, mentre le sigla P seguita del numero della classe indica un filtro antipolvere da utilizzare con una semimaschera. Si osserva che a parità di classe antipolvere, il facciale filtrante e la semimaschera con filtro forniscono lo stesso livello di protezione.

Classi di protezione	Efficienza filtrante totale minima
FFP1/P1	78%
FFP2/P2	92%
FFP3/P3	98%

Esiste un'ulteriore suddivisione basata sul tipo di inquinante. Abbiamo, infatti, le seguenti due classi:

- **S** per solidi e nebbie a base acquosa;
- **SL** per nebbie a base organica (classe non prevista per FFP1).

A riguardo è importante osservare che i filtri antipolvere P2 e P3 privi di indicazione del tipo di inquinante sono da intendersi di classe SL.

8.5.1.3 Elettrorespiratori a filtro antipolvere

Si tratta di respiratori elettroventilati attrezzati con dei filtri antipolvere. Rispetto ai respiratori a filtro non assistiti, questi respiratori forniscono un comfort maggiore, in quanto la minore resistenza respiratoria consente di utilizzarli anche per lunghi periodi. Questi sistemi possono essere dotati di allarme per segnalare eventuali anomalie, l'insufficiente carica della batteria o l'esaurimento del filtro. Se devono essere usati in un'atmosfera esplosiva od infiammabile, per evitare l'innesco di scintille della parte elettrica, è necessario usare sistemi a sicurezza intrinseca.

Il grado di protezione fornito dal respiratore cambia a seconda che l'elettrorespiratore sia munito di una maschera (maschera intera o semimaschera) o di un cappuccio/elmetto (casco integrale).

Elettrorespiratori a filtro antipolvere con maschera

Si tratta di respiratori a ventilazione assistita che pertanto garantiscono un certo grado protezione a elettroventilatore spento anche se e questa situazione è da considerarsi anomala (guasto dell'elettroventilatore). Le classi di protezioni sono state definite considerando entrambe le condizioni di funzionamento (elettroventilatore accesso o spento): si hanno quindi due valori di efficienza per ogni classe. La classe di protezione dell'apparecchio coincide con la marcatura del filtro. Questo tipo di respiratore è identificato dalla sigla TM (Turbo Mask) seguita da una P (antiPolvere) e dalla classe di protezione.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Classi di protezione e marcatura	Efficienza filtrante totale minima Elettroventilatore	
	Acceso	Spento
TMP1	95%	90%
TMP2	99%	90%
TMP3	99.95%	90%

Elettrorespiratore a filtro antipolvere con cappuccio/elmetto

Si tratta di respiratori a ventilazione forzata cioè non garantiscono alcuna protezione in caso di blocco dell'elettroventilatore. Sono identificati dalla sigla TH (Turbo Hood/Helmet) seguita da una P (anti-Polvere) e dalla classe di protezione. Anche in questo caso la classificazione dell'apparecchio coincide con la marcatura sul filtro.

Classi di protezione	Efficienza filtrante totale minima
THP1	90%
THP2	95%
THP3	99.8%

8.5.1.4 Criteri di selezione dei respiratori a filtro antipolvere

La scelta del respiratore dipende dalla concentrazione della sostanza nociva presente nell'aria dell'ambiente di lavoro ( ) e dalla concentrazione di massima di contaminante che deve avere l'aria per essere ritenuta respirabile senza essere nociva all'operatore ( ). Il rapporto tra queste due concentrazioni misurato in laboratorio in opportune condizioni fissate dalla normativa vigente è chiamato Fattore di Protezione Nominale (FPN). Poiché le condizioni operative sono le stesse utilizzate per determinare l'efficienza totale filtrante, le due grandezze sono legate dalla seguente relazione:

Il Fattore di Protezione Nominale calcolato con l'equazione precedente è cautelativamente arrotondato per difetto.

Se si assume che le condizioni operative siano analoghe alle condizioni standard di laboratorio, allora nota la concentrazione massima della sostanza nociva respirabile dall'operatore (ad esempio ponendola uguale al TLV del contaminate) si può valutare per ogni respiratore la massima concentrazione esterna per cui esso è utilizzabile. Questo metodo presenta l'inconveniente che le condizioni operative reali possono differire significativamente da quelle di laboratorio in cui si è misurato il FPN soprattutto nel caso di alte efficienza filtranti. Il calcolo è stato allora reso più

Documento per uso interno – Luigi Manna

realistico introducendo una nuova grandezza più conservativa chiamata Fattore di Protezione Operativo (FPO) da utilizzare in sostituzione del Fattore di Protezione Nominale.

Nella tabella che segue sono riportati i valori del Fattore di Protezione Operativo corrispondenti a diverse tipologie di respiratori a filtro antipolvere non assistiti.

Fattori Nominali Operativi definiti dalla noma UNI 10720

Respiratori a filtro antipolvere	**FPO**	
Respiratori non assistiti		
FFP1/semimaschera + P1	4	4×TLV-TWA
FFP2/semimaschera + P2	10	10×TLV-TWA
FFP3/semimaschera + P3	30	30×TLV-TWA
Pieno facciale + P1	4	4×TLV-TWA
Pieno facciale + P2	15	15×TLV-TWA
Pieno facciale + P3	400	400×TLV-TWA
Elettrorespiratori con maschera intera (a ventilazione assistita)		
TMP1	10	10×TLV-TWA
TMP2	100	100×TLV-TWA
TMP3	400	400×TLV-TWA
Elettrorespiratori con cappuccio/elemetto (a ventilazione forzata)		
THP1	5	5×TLV-TWA
THP2	20	20×TLV-TWA
THP3	100	100×TLV-TWA

Confrontando la massima concentrazione esterna di contaminante così calcolata (FPOxTLV-TWA) con quella effettivamente presente si può quindi selezionare un respiratore adatto all'ambiente di lavoro. Questa procedura rende necessaria la misura della concentrazione di contaminate presente nell'ambiente di lavoro.

Nel caso eccezionale e temporaneo in cui non si conosca la concentrazione del contaminante si può stimare il livello minimo di protezione basandosi unicamente sulla tossicità della sostanza (TLV-TWA) utilizzando come riferimento i valori riportati nella seguente tabella:

Tossicità della sostanza	Livello minimo di protezione
TLV-TWA ≈10 mg/m^3	FFP1/P1
10 mg/m^3>TLV-TWA >0,1 mg/m^3	FFP2/P2
TLV-TWA<0,1 mg/m^3	FFP3/P3

8.5.1.5 Durata dei filtri antipolvere

I filtri antipolvere devono essere sostituiti quando si avverte un aumento sensibile della resistenza respiratoria.

I facciali filtranti antipolvere sono utilizzabili solo per un numero limitato di ore (le norme tecniche prevedono la sostituzione del facciale dopo ogni turno di lavoro) in quanto nel tempo si ha una perdita di tenuta. Nel caso in cui abbiano un bordo di tenuta possono essere utilizzati per l'equivalente di tre turni di lavoro.

8.5.1.6 Respiratori a filtro antigas

I respiratori a filtro antigas proteggono le vie respiratorie depurando l'aria inspirata da gas o vapori nocivi; poiché la resistenza alla respirazione dovuta all'elemento filtrante non è elevata, questi respiratori sono non assisiti; di norma sono costituiti da una maschera e un filtro; tuttavia, esistono anche facciali filtranti che trattengono gas e vapori.

Il materiale presente nel filtro può adsorbire il contaminante, può reagire chimicamente con esso o esercitare un'azione catalitica. Il materiale adsorbente più utilizzato è il carbone attivo. Se l'azione del carbone attivo è insufficiente, si impiegano reagenti solidi in forma granulare (alcali, ossidi metallici, ecc.) o composti chimici supportati da materiali vari (carboni attivi, pomice e gel di silice o carboni attivi impregnati). La reazione può essere una neutralizzazione che blocca il contaminante acido o basico nel filtro oppure se il componente è neutro una conversione in prodotti gassosi non tossici o almeno tollerabili dall'organismo umano. Filtri catalitici sono disponibili per la rimozione dell'ossido di carbonio: catalizzano la sua ossidazione a biossido.

I filtri possono essere costituiti da più materiali filtranti in modo da proteggere da differenti tipologie di sostanze. Abbiamo quindi che i filtri antigas possono essere monovalenti (quando proteggono da un solo gas/vapore nocivo) o polivalenti (quando proteggono da più gas/vapori nocivi). Nel caso in cui sia presente anche una protezione da aerosol (antipolvere) si parla di filtri combinati.

Filtri A,B,E e K

La normativa europea ha definito una serie di tipologie di filtri identificati dalle lettere A, B, E e K e da un colore (A-marrone, B-grigio, E-giallo e K-verde) riportato sul contenitore del filtro o sul facciale filtrante. Ciascuna tipologia di filtro è distinta in tre classi caratterizzate da una differente capacità di rimozione (quantità di contaminante che il filtro è in grado di eliminare) e quindi durata

della filtrazione. Nonostante tutti i filtri abbiano la medesima efficienza filtrante (efficienza unitaria), esistono, per ogni classe, delle concentrazioni limite di utilizzo.

Le classi dei filtri di tipo A, B, E e K e le corrispondenti concentrazioni massime sono indicate nella seguente tabella.

Classe	Capacità	Concentrazione massima di uso
1	bassa	0,1% in volume- 1000 ml/m^3
2	media	0,5% in volume - 5000 ml/m^3
3	alta	1% in volume - 10000 ml/m^3

Filtri AX

I filtri per vapori con temperatura di ebollizione minore di 65°C, a differenza dei vapori organici rimossi dai filtri di Tipo A, non sono caratterizzabili tramite le classi precedenti. La normativa prevede la medesima colorazione dei filtri A ma limiti sulla concentrazione del contaminante e sul tempo di utilizzo dipendenti della capacità del filtro (1 o 2 g di sostanza rimossa).

Filtri SX

La normativa prevede l'uso sigla SX (colore violetto) per riferirsi ad un filtro da utilizzare per uno particolare composto che il fornitore deve specificare (ad esempio diclorometano).

Filtri speciali

I fumi azotati o i vapori di mercurio sono sempre accompagnati da aerosol che richiede un filtro antipolvere di classe di protezione 3. Nel marchio di questi filtri è riportato il simbolo del filtro antipolvere P3 e la colorazione bianca per segnalare la presenza del filtro antipolvere. Abbiamo quindi che i fumi azotati sono identificati dalla sigla NO-P3 e dai colori blu e bianco, mentre i filtri per vapori di mercurio hanno il simbolo Hg-P3 e i colori rosso e bianco.

Altri filtri speciali

La normativa europea consiglia l'uso di respiratori isolanti nel caso di gas particolarmente pericolosi come l'ossido di carbonio e gas radioattivi. Esistono in commercio filtri per questi e altri gas pericolosi che fanno riferimento ad esempio alla normativa tedesca (DIN 3181).

Documento per uso interno – Luigi Manna

Principali tipologie di filtro definite dalla normativa europea

Colore	Tipo	Protezione	Classe	Limiti di utilizzo	Norma
	A	Gas e vapori organici con punto di ebollizione superiore a 65°C come specificato dal produttore.	1 2 3	1000 ml/m^3 5000 ml/m^3 10000 ml/m^3	EN141
	B	Gas e vapori inorganici (salvo CO) come specificato dal produttore.	1 2 3	1000 ml/m^3 5000 ml/m^3 10000 ml/m^3	EN141
	E	Anidride solforosa, gas e vapori acidi come specificato dal produttore.	1 2 3	1000 ml/m^3 5000 ml/m^3 10000 ml/m^3	EN141
	K	Ammoniaca e suoi derivati come specificato dal produttore.	1 2 3	1000 ml/m^3 5000 ml/m^3 10000 ml/m^3	EN141
	AX	Gas e vapori organici con punto di ebollizione inferiore a 65°C come specificato dal produttore.	-	1 g 100 ml/m^3 max 40min 1 g 500 ml/m^3 max 20min 2 g 1000 ml/m^3 max60min 2 g 5000 ml/m^3 max20min	EN371
	SX	Composti specifici	-	da specificare	EN372

Filtri speciali definiti dalla normativa europea

Colore	Tipo	Protezione	classe	Limiti di utilizzo	Norma
	NO-P3	Fumi azotati (NO, NO_2, NO_X e aerosol)	-	massimo 20 min	EN141
	Hg-P3	Vapori di mercurio e aerosol	-	massimo 50 ore	EN141

Colore	Tipo	Protezione	Note	Norma
	CO	Monossido di carbonio	Filtro monouso.	DIN 3181
	Reaktor-P3	Iodio radioattivo e antipolvere	Filtro monouso.	DIN 3181

Documento per uso interno – Luigi Manna

Marcatura dei filtri

La sigla di un filtro monovalente è costituita dal simbolo letterale del tipo di filtro seguito dalla sua classe se esistente.

Ad esempio

E2

indica un filtro per anidride solforosa di classe 2.

Nel caso di facciali filtranti il simbolo è preceduto da FF, diventa quindi FFE2.

Nei filtri combinati è presente anche del materiale filtrante per abbattere aerosol. In questo caso è riportata oltre alla colorazione indicante il tipo di gas/vapore rimosso anche la colorazione bianca (rimozione aerosol, nebbie,..) e alla sigla del filtro antigas è aggiunta la sigla del filtro antipolvere.

Ad esempio

K2-P3

indica un filtro combinato con materiale filtrante di classe 2 per rimuovere ammoniaca e suoi derivati e materiale filtrante per rimuovere aerosol di classe 3.

Nel casi di filtri polivalenti, i quali forniscono una protezione per più di una tipologia di sostanze, sono riportati sul contenitore i colori di ogni tipologia di filtro. Analogamente, la sigla riportata sull'etichetta è ottenuta indicando in sequenza simbolo e classe (se esistente) di ogni tipo di filtro.

Ad esempio:

A2B2E2K1

e nel caso di un **filtro combinato**

A2B2E2K1-P3

8.5.1.7 Criteri di selezione dei filtri antigas

La selezione del filtro è importante avere le indicazioni del fabbricante circa l'idoneità del filtro nei confronti della sostanza nociva per cui si intende utilizzarlo. Se fossero presenti sostanze di più tipi è necessario utilizzare filtri combinati già predisposti dal produttore.

La conoscenza della concentrazione della sostanza nociva presente nell'ambiente in cui si deve operare ( ) è fondamentale per la scelta del tipo di respiratore. In primo luogo è necessario verificare se essa è sufficientemente bassa per poter operare con un respiratore a filtro. In caso di risposta positiva, si deve scegliere una classe di capacità del filtro tale che la concentrazione della sostanza nociva sia minore o uguale della concentrazione massima consentita della classe :

Successivamente, si seleziona il tipo di maschera sulla base del fattore di protezione operativo necessario per soddisfare la seguente disuguaglianza:

In questo caso, si ha infatti che il livello di protezione del respiratore espresso dal fattore di protezione operativo non dipende dalla efficienza del filtro, che è sempre unitaria, ma dalla tenuta della maschera: una maschera a pieno facciale ha una migliore tenuta di una semimaschera.

Fattori di protezione operativi (UNI 10720)

Respiratori antigas	**FPO**	**Limiti di utilizzo**
Semimaschera + filtri antigas di classe 1 Facciale filtrante antigas di classe 1	30	1000 ml/m^3
Semimaschera + filtri antigas di classe 2 Facciale filtrante antigas di classe 2	30	5000 ml/m^3
Semimaschera + filtri antigas di classe 3 Facciale filtrante antigas di classe 3	30	10000 ml/m^3
Pieno facciale + filtri antigas di classe 1	400	1000 ml/m^3
Pieno facciale + filtri antigas di classe 2	400	5000 ml/m^3
Pieno facciale + filtri antigas di classe 3	400	10000 ml/m^3

In conclusione, selezionata una classe di capacità per cui:

Documento per uso interno – Luigi Manna

utilizzando i fattori di protezione riportati nella tabella precedente abbiamo che se
si può operare con una semimaschera o un facciale filtrante, mentre se
si deve operare con una maschera a pieno facciale.

8.5.1.8 Criteri di selezione dei filtri combinati

Nel caso di filtri combinati è necessario applicare separatamente i criteri di selezione per i filtri antipolvere e quelli per i filtri antigas.

8.5.1.9 Durata dei filtri antigas

La durata del filtro dipende dalla natura e dalla concentrazione del contaminante, dall'umidità, temperatura, ritmo respiratorio e capacità polmonare. Non è pertanto possibile stabilire a priori la durata dei filtri. Il filtro va sostituito quando si avverte l'odore o il sapore della sostanza. Questo significa che il filtro è saturo e non assorbe più. Alcuni filtri hanno un avvisatore olfattivo che produce un odore caratteristico poco prima dell'esaurimento del filtro stesso.

8.5.1.10 Conservazione di filtri

I filtri vanno conservati in luogo fresco ed asciutto, chiusi come pervenuti dal fornitore. In tal modo essi mantengono inalterate le caratteristiche di efficienza per il periodo di tempo indicato dal fabbricante. Essi possono subire una notevole o totale diminuzione della loro efficienza se sono stati impiegati anche una sola volta o se comunque sono stati dissigillati e aperti.

8.5.1.11 Come indossare una maschera antigas

La maschera deve essere indossata senza che il filtro sia già avvitato al facciale in modo da rendere più agevole l'operazione.

Per indossare la maschera e verificare la tenuta, occorre procedere come segue:

- appoggiare la mentoniera al mento;
- indossare il facciale in modo che aderisca perfettamente al viso;
- tendere i tiranti superiori, facendoli passare sopra il capo, e sistemarli sulla nuca;
- agire immediatamente su tutti i cinghiaggi;
- chiudere ermeticamente col palmo della mano la sede di avvitamento per il filtro;
- aspirare profondamente: non si dovrà avvertire nessuna infiltrazione d'aria.

Una volta tolto il filtro dalla borsa-custodia, controllare che il tappo di gomma al fondello ed il coperchio metallico al bocchello siano impegnati nella loro sede.

Togliere i tappi ed applicare il filtro al bocchettone, avvitando a fondo. Dopo tale operazione l'operatore è pronto per intervenire.

8.5.2 Respiratori isolanti

I respiratori isolanti hanno una sorgente di aria indipendente dall'aria presente nell'ambiente, garantiscono quindi un elevato grado di protezione. Sono spesso usati in situazioni di emergenza quando le condizioni in cui si deve operare non sono note.

Le seguenti condizioni richiedono necessariamente l'uso di respiratori isolanti:

- percentuale di ossigeno minore del 17%;
- concentrazione dei contaminanti superiore al limite di utilizzo dei respiratori a filtro.

- presenza di gas/vapori inodori o con una soglia olfattiva superiore ai limiti per operare in sicurezza.(es. TLV-TWA)
- natura e/o concentrazione dei contaminanti ignota.

In tutti gli altri casi è possibile utilizzare dei respiratori a filtro.

I respiratori isolanti possono essere:

- autorespiratori a circuito aperto o chiuso;
- respiratori a presa d'aria fresca con maschera;
- respiratori con semimaschera/maschera ad adduzione di aria compressa.

Negli autorespiratori a circuito aperto, l'aria proveniente dalla bombola viene espulsa dopo la respirazione dalla maschera. Essi sono costituiti da delle bombole di aria compressa, normalmente da 200 bar, da sistema di riduzione della pressione, un erogatore, una maschera, uno zaino di supporto, dei dispositivi di corredo (manometro di controllo e un allarme sonoro di fine carica.

Questi respiratori possono essere:

- a pressione negativa dove durante la inspirazione si crea nella maschera una pressione negativa che richiama l'aria dalla bombola
- a pressione positiva (sovrappressione), in questo caso all'interno della maschera è mantenuta una pressione positiva che impedisce assolutamente il passaggio di contaminanti e offre generalmente una minor resistenza alla inspirazione.

Gli autorespiratori a circuito chiuso sono apparecchi nei quali l'aria non è espulsa dopo la respirazione ma è fatta ricircolare dopo la depurazione da anidride carbonica e arricchimento di ossigeno. Si tratta di autorespiratori complessi, con ampie autonomie ma costi elevati e notevole difficoltà di uso e manutenzione.

I respiratori a presa d'aria fresca con maschera sono dispositivi composti da maschera e un sistema di presa d'aria esterna, sia non assistiti che assistiti con sistemi di ventilazione manuale o a motore.

I respiratori con collegamento a rete di aria compressa sono sistemi di protezione che sfruttano la rete di aria compressa per la alimentazione di maschere, caschi, cappucci. E' importante che l'aria addotta sia sicuramente esente da CO, da polveri, vapori organici e umidità. I filtri per aria compressa sono composti da più stadi che eliminano i contaminanti, ma non l'ossido di carbonio. Esistono dispositivi che dispongono di un segnale di allarme di presenza di ossido di carbonio.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Fattori di protezione operativi (FPO)

Respiratore isolante	**FPO**
Auto respiratore a circuito aperto ad aria compressa a pressione negativa.	400
Auto respiratore a circuito aperto ad aria compressa a pressione positiva	1000
Auto respiratore a circuito chiuso – aria compressa arricchita	400
Respiratore con semimaschera/maschera ad adduzione di aria compressa a flusso continuo.	30/400
Respiratore con semimaschera/maschera ad adduzione di aria compressa con erogatore a domanda	30/400
Respiratore con semimaschera/maschera ad adduzione di aria compressa con erogatore a domanda con pressione positiva (sovrappressione)	1000

Documento per uso interno – Luigi Manna

9 Sistemi di aspirazione

Un mezzo usato nei laboratori per limitare la dispersione nell'ambiente di lavoro di contaminanti è l'impiego dei sistemi di aspirati. La selezione del dispositivo più adatto è facilitata dall'uso di una classificazione dei contaminanti basata principalmente sulla loro pericolosità per inalazione; pertanto, prima si esporrà un sistema di classificazione degli agenti chimici adatto per questo scopo e successivamente si discuteranno i dispositivi di aspirazione più comunemente usati: le cappe chimiche, le cappe a baldacchino e le bocchette di aspirazione.

9.1 Classificazione degli agenti chimici per la selezione di un sistema di aspirazione

Nel valutare la pericolosità di un agente chimico al fine di selezionare un idoneo dispositivo di aspirazione si raccomanda di fare riferimento alla classificazione usata dall'Health and Safety Executive (HSE-UK) nell'ambito del COSHH (Control of Substances Hazardous to Health), la quale presenta il vantaggio di fornire dei campi di concentrazione dove il rischio chimico è ritenuto basso. Secondo questo approccio, le sostanze/miscele sono distinte in cinque gruppi di pericolosità crescente sulla base delle frasi di rischio (DSP) o, in modo analogo, degli indici di pericolo (regolamento CLP). La tabella che segue assegna ad ogni gruppo le frasi R, gli indici di pericolo H e un campo di concentrazione distinto per polveri e vapori. La presenza nella tabella di frasi di rischio combinate implica l'inclusione delle corrispondenti frasi singole e tutte le loro combinazioni; ad esempio, R20/21/22 significa che bisogna includere anche R20, R21, R22 e ogni loro possibile combinazione R20/21, R20/22 etc. I gruppi A, B, C e D coprono un campo di concentrazione logaritmico per le polveri e i vapori. L'estremo superiore del gruppo A rappresenta il livello che non si dovrebbe normalmente superare in accordo con quella che è ritenuta una buona pratica di controllo del rischio: 500 ppm per i vapori e 10 mg/m^3 per le polveri. Le frasi R e gli enunciati H sono stati assegnati ai gruppi che vanno dalla A alla D solo quando è stato possibile identificare un campo di concentrazione dell'aerodisperso in cui si ha un adeguato controllo del rischio chimico; nei casi un cui questo non è possibile, come per esempio per gli agenti cancerogeni, è stato assegnato il gruppo E.

Tabella 9.1 Classificazione in gruppi di pericolo del COSHH

Gruppo	Campo di concentrazione			Frasi R	Indice di pericolo
A	Polvere	da >1 a 10	mg/m^3	R36, R38 e tutti gli R-numero non diversamente elencati	H303, H304, H305, H313, H315, H316, H318, H319, H320, H333, H336 e tutti gli H- numero non diversamente elencati
	Vapore	da >50 a 500	ppm		
B	Polvere	da >0,1 a 1	mg/m^3	R20/21/22 and R68/20/21/22	H302, H312, H332, H371
	Vapore	da >5 a 50	ppm		
C	Polvere	da >0,01 a 0.1	mg/m^3	R23/24/25, R34, R35, R37, R39/23/24/25, R41, R43, R48/20/21/22,	H301, H311, H314, H317, H318, H331, H335, H370, H373
	Vapore	da >0,5 a 5	ppm		
D	Polvere	<0,01	mg/m^3	R26/27/28, R39/26/27/28, R40, R48/23/24/25, R60, R61, R62, R63, R64	H300, H310, H330, H351, H360, H361, H362, H372
	Vapore	<0,5	ppm		
E	Polvere	-	mg/m^3	R42, R45, R46, R49, R68	H334, H340, H341, H350
	Vapore	-	ppm		

Documento per uso interno – Luigi Manna

9.2 Cappa chimica

Le cappe chimiche sono dei dispositivi di aspirazione localizzata utilizzati per rimuovere emissioni pericolose (gas, vapori, fumi, aerosol) impendendone così la loro dispersione nell'ambiente di lavoro. Le emissioni possono provenire da apparecchiature quali unità di distillazione, reattori da banco o impianti pilota, oppure possono essersi prodotte durante la normale manipolazione di sostanze/miscele pericolose. L'aspirazione delle cappe esercita un'azione di contenimento, che evita di contaminare l'ambiente, e un'azione di diluzione dei vapori (o del particolato aerodisperso), che riduce la probabilità di formazione di atmosfere infiammabili o esplosive; la presenza di uno schermo protettivo protegge infine l'operatore da schizzi ed esplosioni.

Le cappe chimiche sono costituite da una cabina connessa superiormente ad un sistema di aspirazione. L'ingresso dell'aria avviene frontalmente attraverso un'apertura la cui ampiezza può essere variata facendo scorre su guide verticali un pannello vetrato (schermo a saliscendi o saliscendi). L'aria è aspirata generalmente da prese collocate nel vano cappa sia in alto che in basso: le prese posizionate in alto generano un flusso ascensionale all'interno della cabina, mentre quelle posizione in basso inducono un flusso orizzontale, parallelo al piano di lavoro/base della cabina, in questo modo il flusso ascendente intercetta i contaminanti meno densi dell'aria, mentre il flusso orizzontale cattura quelli più densi dell'aria. Le prese d'aria collocate in basso, disposte lungo la base del pannello posteriore interno (contro-schienale), introducono il flusso d'aria in una canalizzazione verticale (plenum posteriore d'aspirazione) realizzata all'interno una doppia parete (doppio fondale costituito da uno schienale e un contro-schienale) chiusa da panelli laterali (spalle laterali interne). Al fine di migliorare l'azione di contenimento, il vano interno di una cappa è progettato in modo da minimizzare la presenza di vortici.

Le cappe chimiche possono essere a espulsione o a ricircolo. Nelle *cappe chimiche a espulsione* il flusso d'aria aspirato è completamente scaricato nell'ambiente esterno attraverso un'apposita canalizzazione, mentre nelle *cappe a ricircolo* il flusso d'aria è prima depurato mediante filtrazione e poi reintrodotto nell'ambiente di lavoro. Nelle cappe a espulsione, gli elettroventilatori sono posizionati in prossimità dello scarico in modo da mantenere in depressione la linea di espulsione, evitando così perdite di contaminanti lungo la tubazione; nelle cappe a ricircolo, gli elettroventilatori sono invece collocati in prossimità del gruppo di filtraggio posto nella parte superiore della cappa. Le cappe a espulsione sono di solito prive di un sistema di depurazione; tuttavia, quando si trattano agenti ad elevata tossicità può essere necessario installare un gruppo filtrante anche in questo tipo di cappe. Il gruppo filtrante di una cappa, quando presente, è solitamente composto da un prefiltro elettrostatico in grado di trattenere il pulviscolo e da uno o più filtri a carbone attivo che neutralizzano e adsorbono i contaminanti.

Le cappe chimiche possono essere distinte sulla base della loro destinazione d'uso in cappe chimiche da banco, cappe chimiche per distillazione e cappe chimiche tecnologiche. Le *cappe chimiche da banco* hanno collocato all'interno della cabina un piano di lavoro disposto all'altezza di un comune banco da laboratorio: queste cappe sono concepite per consentire agli operatori la manipolazione di agenti chimici pericolosi. Per utilizzarle correttamente, l'operatore deve disporsi frontalmente ad esse ed introdurre nell'apertura d'aerazione solo le mani (protette da guanti) e gli avambracci in modo da evitare l'inalazione di agenti tossici ed essere protetto, tramite lo schermo a saliscendi, da eventuali schizzi o esplosioni (il saliscendi è dotato di un vetro stratificato di sicurezza). Le *cappe chimiche per distillazione* hanno un piano di lavoro ribassato adatto ad

alloggiare un'unità di distillazione o altre attrezzature di analoghe dimensioni, mentre le *cappe chimiche tecnologiche (walk-in*) sono prive di piano di lavoro, in modo da avere un vano cappa utilizzabile a partire dal pavimento; queste ultime cappe sono quelle in grado di alloggiare le apparecchiature di maggiori dimensioni.

9.2.1 Principali caratteristiche costruttive

Essendo dei luoghi soggetti a pericolo di incendio ed esplosione, ed essendo sottoposte ad agenti chimici aggressivi come acido o basi, le cappe sono realizzate con materiali dotati di una buona resistenza al fuoco e alla corrosione, anche le vernici impiegate devono essere ignifughe e resistenti alla corrosione. Le prese e gli interruttori elettrici, in quanto possibili fonti di innesco, sono di norma collocati all'esterno della cappa (sui montanti laterali oppure sotto il bordo esterno del piano di lavoro); anche i comandi dei servizi (es. valvole di erogazione) è meglio siano posizionati esternamente, in modo da poter essere azionati in sicurezza dagli operatori. La parte superiore del vano cappa (cielo), oltre a delle prese d'aria, è spesso dotata di dispositivi antiscoppio che in caso di deflagrazione consentono lo sfogo dell'onda d'urto verso l'alto quando il saliscendi è completamente abbassato. L'illuminazione interna è di solito ottenuta mediante un tubo fluorescente montato in un comparto trasparente isolato con grado di protezione elettrica IP65. Il piano di lavoro, dotato di bordo frontale rialzato, deve essere il più possibile privo di giunzioni in modo da rendere più facile la sua pulizia; il materiale di cui è costituito deve avere una buona resistenza chimica, spesso si utilizza gres monolitico; il propilene isotattico (moplen), che non ha una buon resistenza alla temperatura, è impiegato quando si desidera un'elevata resistenza agli acidi o agli alcali.

Nell'acquisto di una nuova cappa è opportuno richiedere la conformità agli standard europei contenuti nella norma tecnica UNI EN 14175 parti 2 e 3; nel caso in cui si desideri un sistema a flusso d'aria variabile è necessario richiede anche la conformità alla parte 6; se si desidera una verifica delle prestazioni in loco, richiedere anche la conformità alla parte 4. Altre norme di interesse sono ANSI ASHRAE 110:1995 (USA), BS 7258 (UK) AFNOR XP X15-203 (Francia) e DIN 12924 (Germania).

9.2.2 Controllo del flusso d'aria entrante

L'efficacia dell'azione di captazione esercitata da una cappa è fortemente condizionata della velocità dell'aria nella sezione di ingresso (velocità frontale) sono quindi importanti le modalità con cui questa risulta essere controllata. Si possono distinguere due tipi di controllo: a portata d'aria costante e a portata d'aria variabile. Nelle ***cappe a portata d'aria costante*** (constant air volume – CAV), oltre all'aria che attraversa la sezione d'ingresso regolata dal saliscendi è presente un by-pass, di solito esso è realizzato tramite una larga feritoia a griglia posta sul pannello frontale superiore attraverso la quale è fatta fluire dell'aria supplementare. L'abbassamento dello schermo a saliscendi chiude gradualmente l'area della sezione d'ingresso al piano di lavoro e contemporaneamente aumenta della medesima quantità l'area disponibile per il flusso dell'aria supplementare, si ha quindi che il dispositivo consente, a parità di portata d'aria espulsa, di mantenere la velocità frontale costante al variare della posizione dello schermo a saliscendi. Le ***cappe a portata di aria variabile*** (variable air volume –VAV) sono invece dotate un sistema di regolazione elettronico atto a controllare la velocità frontale in funzione della posizione dello schermo a saliscendi, cioè della variazione della area della sezione d'ingresso. Queste cappe hanno un indicatore che riporta la velocità dell'aria misurata dalla sonda di rivelamento del sistema di

Documento per uso interno – Luigi Manna

controllo, il quale è dotato di un allarme sonoro e/o visivo che si aziona in caso di caduta del flusso d'aria. Il sistema di controllo consente all'operatore di impostare il flusso d'aria al valore desiderato; in assenza di operazioni, la cappa può essere regolata al minimo flusso, in modo da consentire un risparmio di energia elettrica e termica.

9.2.3 Prestazioni di una cappa

Una cappa chimica deve contenere e rimuovere i contaminanti rilasciati o generati al suo interno, proteggere l'operatore contro spruzzi di liquidi e contro esplosioni. Le prestazioni di una cappa sono quindi valutate sulla base delle seguenti proprietà:

- Capacità di contenimento dei contaminanti all'interno del vano cappa. Capacità del flusso d'aria entrante di ridurre al minimo, nel caso ideale impedire, la dispersione nell'ambiente di lavoro dei contaminati presenti nel vano cappa.
- Capacità di rimozione del contaminante dall'interno del vano cappa. Capacità della cappa di espellere, insieme al flusso d'aria uscente, i contaminati presenti nel vano interno.
- Robustezza al contenimento. Capacità delle cappa di mantenere o variare poco la sua capacità di contenimento sotto l'effetto di perturbazioni esterne come le correnti dell'aria presenti nell'ambiente di lavoro, i movimenti dell'operatore preposto alla cappa o gli spostamenti del personale presente in laboratorio.
- Livello di protezione da schizzi di liquido o dal contatto con particolato.
- Livello di protezione contro esplosioni.

Le capacità di contenimento, rimozione e la robustezza sono determinate usando un gas come tracciante. I metodi di misura sono standardizzati dalla norma UNI EN 14175, la quale riporta anche i requisiti di sicurezza riguardanti lo schermo a saliscendi, i componenti elettrici e i dispositivi antideflagranti.

9.2.4 Collocazione nel laboratorio

Nella collocazione di una cappa è necessario in primo luogo tenere presente la possibilità che possa esplodere o incendiarsi e, nel caso delle cappe a espulsione, valutare la necessità di un adeguato reintegro dell'aria espulsa in modo da evitare che il locale vada in depressione. In aggiunta, è importante considerare che le prestazioni di una cappa in termini di contenimento e rimozione di inquinanti dipendono non solo da come è stata costruita, ma anche dalla sua posizione nel laboratorio; infatti, effetti di eventuali perturbazioni esterne sui flussi d'aria in ingresso alla cappa sono comunque sempre presenti nonostante siano stati minimizzati durante la progettazione. Fondamentale quindi per avere delle buone prestazioni è l'assenza nell'intorno della cappe di elementi esterni (ostacoli, persone, porte ecc.) che disturbino il cammino di flussi d'aria in ingresso.

Per individuare la collocazione più idonea di una cappa chimica si consiglia di seguire le seguenti raccomandazioni che si basano principalmente sulla norma europea UNI EN 14175:

- Le cappe devono essere preferibilmente collocate in locali alti 3 m (l'altezza minima è di 2,7 m).
- La distanza dallo schermo a saliscendi di una qualsiasi parte del laboratorio frequentemente usata dal personale quale luogo di passaggio deve essere almeno 1 metro.
- La distanza tra lo schermo a saliscendi e un eventuale banco di lavoro opposto ad esso deve essere di almeno 1,4 metri.

- La distanza tra lo schermo a saliscendi e una parete opposta ad esso deve essere di almeno 2 metri.
- La possibile interazione tra due cappe chimiche (o file di cappe) disposte frontalmente deve essere attentamente considerata. In assenza di misure eseguite in loco, si consiglia di mantenere tra gli schermi saliscendi di due cappe opposte una distanza di almeno 3 m.
- L'effetto dei flussi d'aria presenti nel locale sulle prestazioni della cappa chimica deve essere attentamente considerato. La velocità dell'aria nel locale non deve eccedere 0,2 m/s nella zona a 40 cm dallo schermo a saliscendi.
- La presenza in prossimità della cappa di ostacoli isolati di grandi dimensioni come pilastri strutturali può influenzarne significativamente le prestazioni. In assenza di misure eseguite in loco, si consiglia di mantenere la distanza tra il piano ideale passante per la spalla laterale della cappa e il corrispondente piano parallelo passante per la estremità dell'ostacolo più prossima alla cappa pari ad almeno di 30 cm.
- Nessuna porta frequentemente usata deve trovarsi a meno di 1 metro di distanza dallo schermo a saliscendi o a 30 cm dalla spalla laterale della cappa. Questa raccomandazione non si applica per le porte usate esclusivamente come uscite di emergenza.

9.2.5 Manutenzione

La manutenzione deve essere eseguita secondo quanto riportato nel manuale di manutenzione fornito dal costruttore; una lista di controlli periodici necessari con le modalità con cui eseguirli è riportata nella norma EN14175 parti 4,5 e 6. Si consiglia di tenere un apposito registro dove annotare i dati relativi alla manutenzione e alle verifiche di efficienza, compresa la data della verifica e la firma di chi ha eseguito l'operazione.

Nelle verifiche periodiche, si raccomanda di prestare una particolare attenzione al sistema di aspirazione, al funzionamento dello schermo saliscendi e al gruppo filtrante (se presente); in aggiunta, controllare regolarmente le condizioni di pulizia del piano di lavoro, l'assenza di fenomeni di corrosione, l'integrità meccanica della struttura, lo stato degli isolamenti elettrici, l'illuminazione, il funzionamento degli erogatori, l'efficienza degli allarmi presenti e lo stato del dispositivo antideflagrazione.

Velocità frontale

La velocità frontale deve essere periodicamente controllata mediante un anemometro. Si consiglia di far eseguire la misura da personale qualificato secondo le modalità descritte nella norma EN14175. In breve, la sonda deve essere sempre posizionata in modo da misurare la componente della velocità normale al piano di scorrimento del saliscendi. La velocità deve essere misurata in corrispondenza dei punti di intersezione di una griglia ideale disposta sul piano di scorrimento interno; la griglia di misura è ottenuta tracciando le seguenti linee:

a) Una serie di almeno tre linee orizzontali equidistanti con le due linee più esterne a dal bordo superiore (saliscendi) e inferiore (piano di lavoro) dell'apertura. Le linee devono avere tra loro una distanza minore o uguale a 400 mm.

b) Una serie di almeno tre linee verticali equidistanti con le due linee più esterne a dai bordi laterali (montanti sinistro e destro) dell'apertura. Le linee devono avere tra loro una distanza minore o uguale a 400 mm.

Documento per uso interno – Luigi Manna

La velocità frontale è la media aritmetica delle velocità puntuali misurate (calcolare anche la sua deviazione standard).

Scorrimento dello schermo saliscendi

Il saliscendi deve raggiungere senza difficoltà le posizioni corrispondenti alla massima e alla minima apertura con un scorrimento nelle guide regolare e privo di sforzo. Spesso una cattiva manutenzione del saliscendi può portare a spiacevoli infortuni (ad esempio, lesioni per frantumazione del vetro o effetto ghigliottina) o ad un uso non efficace della cappa stessa (ad esempio, frontale bloccato alla massima apertura).

Gruppo filtrante

La periodicità della sostituzione dei filtri è funzione di diversi fattori (portata dell'elettroventilatore, tipologia di contaminante, ecc.); in ogni caso, in assenza di indicazioni più specifiche, va prevista la sostituzione almeno ogni 12 mesi, indipendentemente dall'utilizzo della cappa.

9.2.6 Criteri per valutare l'idoneità di una cappa all'uso di un agente tossico

Nel valutare le prestazioni di una cappa al fine di stabilire se è adatta per una specifico agente tossico conviene adottare due criteri distinti a secondo che le cappe soddisfino o meno i più recenti standard europei o americani. Le cappe andrebbero infatti valutate sulla base del loro capacità di contenimento, informazione che è in realtà disponibile solo per le cappe di recente costruzione. Nei casi in cui non sia nota la capacità di contenimento, si utilizza per stimare la loro efficienza la velocità frontale media: si assume cioè che a un incremento di questa grandezza corrisponda un aumento della capacità di contenimento della cappa; questa assunzione è approssimativamente vera per queste cappe in quanto, essendo meno recenti, non hanno il vano interno ottimizzato in modo da ridurre al minimo i vortici per un determinato campo di velocità.

9.2.6.1 Cappe con capacità di contenimento nota

Le cappe in possesso di una dichiarazione di conformità ai recenti standard europei (EN 14175, BS 7258, AFNOR XP X15-203 e DIN 12924) o americani (ANSI ASHRAE 110) hanno una capacità di contenimento nota, la quale è stata misurata nelle condizioni standard definite dalla normativa tecnica di riferimento. Esse garantiscono, se correttamente installate, un elevato contenimento degli inquinanti. In questi casi, si raccomanda di operare con le velocità frontali consigliate dal fornitore, velocità più elevate potrebbero infatti comportare, a causa di una maggiore turbolenza, un peggioramento della capacità di contenimento della cappa.

Classificazione

L'idoneità di queste cappe ad essere usate per operazioni con agenti tossici può essere valutata prendendo come riferimento la loro capacità di contenimento misurata nelle prove di certificazione. Il Natural Environment Research Council (UK) ha proposto la classificazione riportata nella tabella X.2, dove le concentrazioni di tracciante (esafloruro di zolfo) si riferiscono al piano di misura interno (EN 14175-3, sez. 5.3.3) e la tossicità degli agenti chimici è espressa usando i gruppi di pericolo del COSHH. Le cappe conformi alla norma EN 14175 hanno normalmente degli indici di contenimento di classe 1 o 2.

Tabella 9.2 – Classificazione delle cappe in funzione del contenimento

Classe NERC	Gruppo COSHH	Concentrazione media di SF_6 (ppm)	Concentrazione massima di SF_6 (ppm)	Osservazioni
1	D, E(*)	da <0,005 a 0,020	da <0,010 – 0,040	
2	C	da > 0,020 a 0.10	da > 0,040 a 0,20	
3	B	da > 0,10 a 0,20	da > 0,20 a 0,40	Prestazioni molto scarse. Possibili interventi migliorativi.
4	-	> 0,20	> 0,40	Inadatta per l'uso di agenti tossici

(*) Possono essere necessarie indagini supplementari per valutare l'idoneità all'uso di agenti chimici del gruppo E.

Stima dell'esposizione a uno specifico agente chimico

In caso di agenti chimici con un basso valore di esposizione professionale può essere opportuno eseguire un calcolo specifico; si quindi può eseguire una stima dell'esposizione adottando come riferimento la concentrazione di tracciante nel test di contenimento riportato nel certificato di conformità. Il valore di esposizione dell'operatore può essere cautelativamente assunto uguale alla concentrazione del tracciante usato nella prova di contenimento moltiplicata per un opportuno fattore di sicurezza ( ); per essere accettabile, il valore così calcolato deve risultare inferiore al valore del limite di esposizione professionale del agente tossico:

Il valore del coefficiente di sicurezza deve essere necessariamente elevato in quanto deve includere il differente comportamento dell'agente tossico rispetto a quello del tracciante e le differenti condizioni operative (portata di emissione, direzione del flusso di emissione etc.). Nella tabella 9.3 sono riportati i fattori di sicurezza raccomandati nel caso si impieghino i valori limite di soglia (TLV).

Agenti cancerogeni e/o mutageni

Nel caso di agenti chimici di gruppo E, e in particolare di agenti di cancerogeni e/o mutageni di categoria 1A e 1B secondo il regolamento CLP (categoria 1 e 2 secondo la DSP) potrebbe essere necessario eseguire delle misure di campionamento ambientale, in modo da valutare l'effettiva capacità di contenimento della cappa nel locale dove è stata installata. In ogni caso, è necessario riportate dettagliatamente le caratteristiche delle cappa (incluse le certificazioni, le capacità di contenimento e la collocazione nel laboratorio) nella descrizione della procedura operativa da allegare alla richiesta di autorizzazione da presentare secondo le modalità definite dal Politecnico.

Le cappe che utilizzano agenti chimici del gruppo E devono sempre essere a espulsione totale ed equipaggiate con un idoneo gruppo filtrante sottoposto a regolare manutenzione.

Tabella 9.3 – Coefficienti di sicurezza

Valore limite di soglia	Modalità d'uso e condizioni operative	Fattore di sicurezza
TLV-TWA (valore consentito per un'esposizione prolungata)	• Uso periodico • Pratiche prudenti • Bassa emissione (<4 litri/min)	10-20
	• Uso continuo • Pratiche non ideali • Bassa emissione (4-8 litri/min) • Uso di agenti sinergici	20-40
TLV-STEL (esposizioni brevi, max 15 min, ed occasionali, max 4 volte al giorno)	• Uso periodico • Pratiche prudenti • Bassa emissione (<1 litri/min)	20-40
	• Uso continuo • Pratiche non ideali • Bassa emissione (4-8 litri/min) • Uso di agenti sinergici	40-80
TLV-C (valore limite da non oltrepassare in nessun caso)	• Pratiche prudenti • Bassa emissione (<1 litri/min)	40-80
	• Pratiche non ideali • Bassa emissione (4-8 litri/min) • Uso di agenti sinergici	80-160

9.2.6.2 Cappe con capacità di contenimento non nota

Nel caso di cappe di non recente costruzione, come già detto, si assume che la capacità di contenimento sia una funzione crescente della velocità frontale. Alcuni studi mettono in discussione questa assunzione, le due grandezze sono correlate statisticamente con un andamento crescente, ma la deviazione standard è molto alta; pertanto, se si considera una singola cappa può accadere che a velocità molto elevate ci sia un peggioramento delle prestazioni. I criteri comunemente adottati per classificare questa cappe sono quelli riportati negli Standard LF-10-1981 della SAMA (Scientific Apparatus Manufacturer Association). Si raccomanda di adottare per definire l'adeguatezza di una cappa all'impiego di agenti tossici la classificazione riportata nella tabella 9.4 che si basa sugli standard LF-10 e sulle raccomandazioni UNICHIM.

Tabella 9.4 Classificazione cappe con capacita di contenimento non nota

Classe	Uso	Gruppo COSHH	Velocità frontale media(*)
Grado A	Elevata tossicità	D	
Grado B	Media tossicità	C	
Grado C	Bassa tossicità	B	
Non classificabile	Non utilizzabile	-	

(*) Altezza del saliscendi rispetto al piano di lavoro pari a 400 mm.

Vista l'incertezza delle prestazioni queste cappe sono da ritenere inadatte all'uso di agenti molto pericolosi (gruppo E) in assenza di misure in loco che determinino l'effettiva capacità di contenimento.

9.2.7 Modalità d'uso di una cappa chimica

Le cappe chimiche sono zone di potenziale pericolo in quanto al loro interno possono svilupparsi atmosfere estremamente infiammabili, esplosive o tossiche. Per tale motivo la cappa deve essere utilizzata correttamente e mantenuta sempre in perfetta efficienza e l'operatore deve conoscere le procedure di emergenza da compiere in caso di esplosione o incendio nella cappa.

Nell'uso di una cappa chimica seguire le seguenti indicazioni:

- Prima di iniziare le attività, verificare che lo schermo saliscendi scorra senza particolari resistenze, che le eventuali apparecchiature elettriche che si intendono utilizzare abbiano un impianto elettrico a sicurezza e infine accertarsi che la cappa aspiri correttamente; ciò si può effettuare mediante l'apposita strumentazione (se disponibile) oppure con altri metodi meno accurati (ad esempio con un foglio di carta posto sul piano di lavoro della cappa). Se ci sono dubbi sul funzionamento o sulla effettuazione delle verifiche contattare il responsabile del laboratorio.
- Evitare di creare correnti d'aria in prossimità di una cappa in funzione (apertura di porte o finestre, transito frequente di persone).
- Tenere sotto cappa solo il materiale strettamente necessario all'attività (non usare la cappa come deposito).
- La zona lavorativa e tutto il materiale devono essere tenuti, per quanto possibile, lontano dal bordo anteriore del piano di lavoro senza per questo avere la necessità di sollevare maggiormente lo schermo a saliscendi. I contenitori di agenti chimici devono trovasi ad almeno 15 cm e le unità riscaldanti ad almeno 30 cm di distanza dal piano verticale di scorrimento del saliscendi.
- Non ostruire il passaggio dell'aria lungo il piano di lavoro e, qualora sia necessario utilizzare attrezzature che ingombrano il piano, sollevarle dal piano di almeno 5 cm usando un

supporto e tenerle distanziate dalle pareti interne in modo da non ostruire le prese di aspirazione.

- Eseguire le operazioni e fare scorrere lo schermo saliscendi lentamente.
- Abbassare lo schermo a saliscendi mantenendo un'apertura massima di 40 cm durante il lavoro (più il saliscendi è abbassato, meno il vano interno risente di correnti spurie nel locale); non introdursi all'interno della cappa (ad es. con la testa) per nessun motivo.
- Mantenere pulito e ordinato il piano di lavoro. Eseguire un'accurata pulizia dopo ogni attività.
- Quando la cappa non è in uso, spegnere l'aspirazione e abbassare lo schermo a saliscendi.
- Non utilizzare la cappa come mezzo per lo smaltimento dei reagenti mediante evaporazione forzata.
- Non inserire all'interno di una cappa prese elettriche multiple o prolunghe.
- Non usare le cappa come deposito permanente adibito allo stoccaggio di sostanze/miscele pericolose.

9.3 Cappe a baldacchino

Le cappe a baldacchino sono delle cappe prive di cabina. Questo tipo di cappa, essendo aperta, ha una capacità di contenimento molto influenzabile dalle correnti d'aria; questa interferenza può essere ridotta schermandola su più lati. Una cappa a baldacchino è consigliabile solo in situazioni di basso rischio; in pratica, è impiegabile per coprire delle apparecchiature soggette a modeste emissioni di contaminanti non particolarmente pericolosi quando si è presenza di correnti ascensionali come quelle derivanti, ad esempio, da gradienti termici. Per avere un'aspirazione efficace, la cappa deva avere una sporgenza rispetto a piano del banco su cui è collocata l'apparecchiatura pari ad almeno 0,4 volte la distanza verticale tra il piano di lavoro e il piano del bordo cappa (D). Nota la velocità dell'aria richiesta tra per avere un'efficace aspirazione, velocità misurata nell'area compresa tra il bordo cappa e quello del banco sottostante, la portata di aspirazione necessaria è calcolabile per mezzo della seguente equazione:

Nella tabella 9.5 sono riportate le velocità raccomandate per le cappe a baldacchino in funzione delle correnti trasversali eventualmente presenti e della pericolosità del contaminante. Le velocità indicate sono valide in assenza di schermature laterali. Nel caso in cui si abbia la presenza di due schermi opposti, la velocità è riducibile di 0,12 m/s, mentre con schermi disposti su due lati adiacenti, la velocità è riducibile di 0,24 m/s. La velocità dell'aria deve essere comunque sempre almeno pari a 0,25 m/s, anche se applicando la riduzione si ottiene un valore inferiore.

Documento per uso interno – Luigi Manna

La tabella 9.5 Riporta le velocità di d'aria raccomandate in assenza di schermature laterali

Tossicità	Gruppo di pericolo COSHH	Velocità dell'aria in m/s con correnti trasversali: assenti	lievi	moderate
Lieve	B	0,38	0,63	0,87
Moderata	C	0,63	0,87	1,12
Alta	D	0,87	1,12	1,37

9.4 Bocchette di aspirazione

Le bocchette di aspirazione sono il mezzo più semplice e anche il meno efficace per aspirare dei contaminati. Si tratta di sistemi concepiti per esercitare una azione aspirante fortemente localizzata, sono quindi adatti per rimuovere contaminati da un sorgenti di emissione praticamente puntuali. La forma della bocchetta può essere a sezione circolare, quadrata o rettangolare (con rapporto tra il lato minore e quello maggiore >0,3). L'efficienza di aspirazione può essere migliorata aggiungendo una flangia attorno al bordo della bocchetta. In presenza di significative correnti d'aria trasversali è indispensabile l'adozione di un'appropriata schermatura. Nota la velocità dell'aria nel punto di emissione, si può calcolare portata di aspirazione necessaria utilizzando la seguente equazione:

Nella tabella 9.6 sono riportate le velocità dell'aria necessarie per un'aspirazione efficace considerando gli eventuali effetti ascensionali presenti e la pericolosità del contaminante.

La tabella 9.6 Riporta le velocità di d'aria raccomandate per bocchette di aspirazione

Tossicità	Gruppo di pericolo COSHH	Velocità dell'aria in m/s			
		Assenza di effetti ascensionali	Moderato effetto ascensionale	Generazione attiva	Generazione violenta (*)
Lieve	B	0,25	0,38	0,63	2,53
Moderata	C	0,50	0,75	1,27	5,08
Alta	D	0,75	1,13	2,03	7,62

(*) Sconsigliato l'uso di un'aspirazione localizzata, usare una cappa chimica o comunque un box aspirato

Documento per uso interno – Luigi Manna

10 Stoccaggio dei prodotti chimici

La sola presenza in laboratorio di sostanze/miscele pericolose è fonte di rischio chimico; per questa ragione, è necessario adottare alcune precauzioni nel loro stoccaggio che possono richiedere particolari armadi detti armadi di sicurezza. In alcuni casi, lo stoccaggio deve avvenire a bassa temperatura per cui è necessario l'impiego di frigoriferi. Di seguito sono riportate alcune raccomandazioni di carattere generale, mentre nelle sezioni successive è riportata una breve descrizione di alcuni armadi di sicurezza e dei frigoriferi di laboratorio.

Agenti cancerogeni e/o mutageni

Le sostanze/miscele cancerogene e/o mutagene di categoria 1A e 1B secondo il regolamento CLP (categorie 1 e 2 della DSP) devono essere sempre conservate sottochiave e l'accesso a queste sostanze/miscele deve essere concesso solo a personale espressamente autorizzato.

Gestione dei reagenti

Nella gestione dei prodotti chimi è necessario avere un controllo delle quantità in deposito, segnalare la loro pericolosità e predisporre degli interventi da eseguire in caso di fuoriuscite accidentali. Si consiglia pertanto di rispettare le seguenti indicazioni:

- Mantenere per ogni deposito/armadio un registro aggiornato con riportate le sostanze/miscele presenti e le quantità in stoccaggio.
- Eseguire una verifica periodica (almeno una volta l'anno) dei prodotti chimici immagazzinati: quelli non identificabili, deteriorati o molto vecchi devono essere eliminati.
- Ridurre al minimo necessario le quantità di prodotti chimici pericolosi e sostituire, quando possibile, i prodotti pericolosi con altri che non lo siano o che siano meno pericolosi.
- Detenere per ciascuna sostanza/miscela presente in laboratorio la scheda dei dati sicurezza aggiornata e rispettare le eventuali indicazioni particolari riportate nella scheda (voce Manipolazione e Stoccaggio).
- Apporre bene in vista su ciascun deposito/armadio la segnaletica di avvertimento (es. materiali infiammabili) e di divieto (es. divieto di fiamme libere) necessaria.
- Accertarsi che tutti i recipienti siano etichettati in modo da poterne riconoscere in qualsiasi momento il contenuto.
- Predisporre delle procedure di emergenza da eseguire in caso di dispersioni accidentali del prodotto. In particolare, rendere disponibile in prossimità di armadi contenenti prodotti chimici liquidi il materiale per l'assorbimento e la neutralizzazione di eventuali versamenti. Per la scelta del materiale più idoneo fere riferimento a quanto indicato nelle schede dei dati di sicurezza.

Salvaguardia dei recipienti e loro disposizione

Per ridurre la possibilità di una rottura accidentale di un recipiente, si raccomandano le seguenti precauzioni:

- Evitare di sovra caricare i ripiani (rispettare il carico massimo previsto).
- Evitare di ammassare i contenitori uno sopra all'altro.

Documento per uso interno – Luigi Manna

- Collocare preferibilmente in basso i contenitori di maggiori dimensioni e quelli con le sostante/miscele più pericolose.
- Evitare di collocare i contenitori in ripiani disposti troppo in alto; disporre le sostanze/miscele corrosive, caustiche o irritanti ad un'altezza inferiore a quella degli occhi.
- Usare, in assenza di ripiani a vaschetta, ripiani con il bordo esterno rialzato in modo da evitare lo scivolamento accidentale dei contenitori.
- Assicurarsi che le sostanze/miscele non siano poste vicino a fonti di calore o all'azione diretta dei raggi del sole.

Compatibilità e contenimento

Nello stoccaggio è necessario considerare sempre la possibilità di una rottura accidentale dei recipienti, per limitare i danni è opportuno seguire le seguenti precauzioni:

- Collocare sostanze/miscele chimicamente incompatibili, cioè in grado di reagire chimicamente tra loro, in compartimenti separati. Questa condizione implica ad esempio che gli acidi siano separati dalle basi e che i materiali combustibili/infiammabili sia separati dai comburenti (ossidanti).
- Mantenere i contenitori con dei materiali solidi in compartimenti separati dai recipienti contenenti dei liquidi. I materiali solidi sono solitamente poco reattivi, ma possono incrementare notevolmente la loro reattività se posti a contatto con un liquido.
- Conservare i contenitori di liquidi all'interno di vaschette di raccolta in grado contenere una fuoriuscita accidentale. Eventualmente disporre anche una vasca di raccolta sul fondo dell'armadio.

10.1 Armadi di sicurezza

Alcune sostanza/miscele particolarmente pericolose devono essere stoccate in opportuni armadi di sicurezza; si tratta dei materiali infiammabili da collocare in armadi antincendio e dei corrosivi da stoccare in armadi acido/base. Nel caso di liquidi volatili non infiammabili e non corrosivi, i cui vapori possono contaminare l'ambiente si usano degli armadi per solventi.

Gli armadi di sicurezza sono normalmente forniti già dotati di una segnaletica di pericolo. Ad esempio, gli armadi antincendio hanno un segnale di avvertimento che informa della presenza dei materiali infiammabili e uno divieto riguardante l'uso di fiamma libere, mentre gli armadi per acidi o basi hanno segnalata la presenza di materiali corrosivi. Tuttavia, è importante osservare che le sostanze/miscele contenute possono comportare la presenza di ulteriori pericoli non segnalati. In questi casi è necessario integrare la segnaletica apposta sull'armadio. Se ad esempio un armadio antincendio contiene materiali che, oltre ad essere infiammabili, sono tossici è necessario apporre all'esterno dell'armadio anche il segnale di materiali tossici.

10.1.1 Armadi di sicurezza antincendio

I liquidi infiammabili devono essere stoccati in armadi di sicurezza antincendio. La norma EN 4470-1 specifica i requisiti di prestazione degli armadi per infiammabili con un volume interno maggiore 1 m^3.

La norma EN 4470-1 classifica gli armadi di sicurezza in base al tempo necessario, in specificate condizioni di riscaldamento, per innalzare la loro temperatura interna di 180 K senza che questo

comporti il rischio di causare o alimentare un incendio. In queste prove standard, l'armadio, introdotto in un forno, è riscaldato secondo una determinata curva temperatura-tempo che simula l'evoluzione di un incendio. Il numero che identifica il tipo di armadio da quindi un'idea del tempo a cui l'armadio può resistere se sottoposto ad un incendio.

Tabella 10.1 – Classificazione in tipi degli armadi per infiammabili

Tipo	Tempo per innalzare la temperatura di 180 K (min)
15	≥ 15
30	≥ 30
60	≥ 60
90	≥ 90

La scelta del tipo di armadio deve considerare il tempo di evacuazione del personale e il tempo di intervento delle squadre di emergenza per estinguere un incendio. In ogni caso, la collocazione di un armadio di sicurezza antincendio all'interno di un laboratorio chimico richiede un armadio di tipo 90.

Caratteristiche principali

La norma EN 4470-1 richiede che gli armadi, indipendentemente dal tipo, soddisfino una serie di specifiche, le principali sono riportate qui di seguito:

- Gli armadi devono essere predisposti per essere ventilati. L'aerazione forzata è consigliabile in presenza recipienti non chiusi ermeticamente in particolare in presenza di sostanze/miscele volatili; in questo caso, per ridurre l'odore, è necessaria una ventilazione di almeno 10 ricambi ora (la perdita di carico non deve eccedere 150 Pa). Il sistema di aerazione deve mantenere in depressione l'armadio.
- Le porte dell'armadio devono essere dotate di un dispositivo che le fa chiudere automaticamente quando la temperatura ambiente raggiunge i 50°C.
- L'apertura di aerazione e quella di espulsione dell'aria esausta devono chiudersi automaticamente quando la temperatura raggiunge i 70°C. Le guarnizioni e le valvole nelle aperture di ventilazione si devono quindi chiudere automaticamente a questa temperatura. Le guarnizioni sono normalmente termo-espandenti per cui se riscaldate si trasformano in una schiuma ad alto potere coibente.
- L'altezza del più alto dei ripiani non deve superare 1,75 m.
- Ripiani devono essere a vaschetta in modo da contenere eventuali perdite di liquidi provenienti da danneggiamenti o rotture accidentali dei recipienti.
- Deve essere sempre presente una vasca di fondo per raccogliere le eventuali perdite di liquido che non sono state completamente trattenute dai ripiani a vaschetta. La capacità della vaschetta di fondo deve essere come minimo il 10% del volume di tutti i recipienti stoccati nell'armadio o almeno il 110% del volume del contenitore più grande.
- Per prevenire scariche elettrostatiche, gli armadi sono provvisti di una messa a terra che deve essere collegata alla terra degli impianti elettrici quando questi sono presenti.

Documento per uso interno – Luigi Manna

10.1.2 Armadi di sicurezza per acidi/basi e corrosivi

Le sostanze/miscele liquide corrosive devono essere stoccate in appositi armadi ventilati. Il sistema di aspirazione è a ricircolo; si ha quindi che, prima di essere nuovamente introdotta nell'ambiente di lavoro, l'aria uscente dall'armadio è decontaminata passando attraverso un apposito filtro a carboni attivi. I materiali usati per la realizzazione di questi armadi sono particolarmente resistenti alla corrosione. Come tutti gli armadi per liquidi è bene che i ripiani siano a vaschetta e che sia presente una vasca di fondo. E' importante notare che acidi e basi sono incompatibili e pertanto devono essere collocati in compartimenti differenti.

10.1.3 Armadio per solventi

Un armadio per solventi è un armadio ventilato con ripiani a vaschetta e vasca di contenimento sul fondo adatto per il deposito di solventi volatili non infiammabili e non corrosivi. Il flusso d'aria deve essere almeno pari a 10 ricambi di volume all'ora. Conviene realizzare l'impianto di aspirazione in modo sia l'armadio che il tratto della tubazione di espulsione presente nell'ambiente di lavoro siano in depressione.

Un armadio ventilato è necessario quando il rilascio di quantità di vapori non trascurabili provenienti da recipienti liquidi volatili può contaminare l'ambiente esponendo gli operatori a concentrazioni superiori ai valori di soglia consentiti per questioni di igiene. Se i liquidi sono infiammabili è necessario ventilare l'armadio antincendio, mentre se sono corrosivi gli appositi armadi di sicurezza sono già ventilati, negli altri casi è necessario adottare un armadio per solventi.

10.2 Frigoriferi

I frigoriferi utilizzati nei laboratori chimici possono essere sia domestici sia da laboratorio. Per refrigerare liquidi organici volatili, si devono però necessariamente utilizzare dei frigoriferi da laboratorio.

10.2.1 Frigoriferi domestici

I frigoriferi domestici possono essere usati solo per refrigerare delle soluzioni acquose o comunque dei materiali non pericolosi. Essi sono assolutamente inadatti a contenere liquidi infiammabili in quanto presentano i seguenti inconvenienti:

- La temperatura interna di un frigorifero è normalmente più alta del punto di infiammabilità dei liquidi volatili stoccati, per cui i loro vapori possono dare luogo, in presenza di un innesco, a una combustione.
- All'interno di un frigorifero domestico sono presenti molte sorgenti di innesco quali il termostato e la luce interna.
- Nei frigoriferi domestici, il compressore è normalmente collocato in basso dove si possono accumulare eventuali vapori freddi fuoriusciti dal vano interno.

10.2.2 Frigoriferi di laboratorio

I frigoriferi da laboratorio sono dei frigoriferi professionali dotati di un accurato sistema di controllo e regolazione della temperatura ; essi hanno di solito un dispositivo di chiusura automatica della porta, una spia di mancata alimentazione; possono essere dotati di allarmi di sovra/sotto

temperatura, di un allarme di porta aperta e di un sistema di registrazione della temperatura interna; nel caso siano destinati allo stoccaggio di sostanze/miscele molto termosensibili e instabili hanno anche una batteria tampone che interviene in caso di mancanza di alimentazione elettrica. Una proprietà importate di questi frigoriferi e che, anche nella loro configurazione minima, sono realizzati in modo da evitare un possibile innesco di miscele infiammabili all'interno del compartimento di stoccaggio. Il termostato è esterno, la luce interna è speciale e le guarnizioni perimetrali, di solito magnetiche, garantiscono un'ottima tenuta; infine, il compressore e il suo circuito sono collocati in cima all'unità in modo da ridurre la possibilità di innesco di vapori freddi stratificati a livello del pavimento. Nel caso di sostanze/miscele altamente infiammabili o esplosive sono disponibili appositi frigoriferi antideflagranti.

10.2.3 Raccomandazioni per l'uso dei frigoriferi

Posizione e allacciamento elettrico

- Posizionare il frigorifero in un luogo ben ventilato, lontano dall'irraggiamento solare diretto e da altre fonti di calore; evitare di disporlo a stretto contatto con una parete.
- Evitare di utilizzare adattatori e/o prese multiple per collegare il frigorifero alla rete elettrica.

Requisiti per materiali pericolosi

- Usare solo frigoriferi antideflagranti (ATEX) per lo stoccaggio di materiali infiammabili e/o esplosivi.
- In presenza di materiali pericolosi a causa della loro instabilità con la temperatura, usare un frigorifero dotato di un allarme ottico e acustico di alta temperatura e di una batteria tampone che intervenga in assenza di alimentazione elettrica.

Segnaletica di sicurezza

- Apporre sul frigorifero in posizione ben visibile tutta la segnaletica di sicurezza.
- Segnalare la pericolosità delle sostanze/miscele in stoccaggio (infiammabilità, esplosività, tossicità ecc).
- Segnalare il divieto di introduzione di materiali infiammabili o esplosivi per i frigoriferi non adatti allo stoccaggio di questi prodotti, cioè privi di vano interno antideflagrante.
- Segnalare, in particolare per i frigoriferi domestici, il divieto di stoccare alimenti e bevande destinati al consumo.

Gestione dei reagenti

- Tenere un registro aggiornato con indicate le sostanze/miscele e le quantità in stoccaggio.
- Inserire tutte le sostanze/miscele liquide in recipienti ben sigillati in modo da minimizzare il rilascio di vapori.
- Inserire i recipienti contenenti sostanze/miscele in un contenitore secondario infrangibile.
- Ridurre alla minima quantità necessaria per poter lavorare lo stoccaggio di sostanze/miscele pericolose.
- Evitare di sovraccaricare il frigorifero con eccessive quantità di prodotti.
- Limitare al minimo necessario il tempo di apertura della porta in modo da evitare il deterioramento del materiale e possibili reazioni pericolose.

11 Liquidi criogenici

I liquidi criogenici sono dei fluidi che hanno a pressione atmosferica una temperatura di ebollizione inferiore a -100°C (173,16 K). Questi liquidi sono frequentemente impiegati in molti strumenti per raffreddare la cella di misura (es. DSC) oppure per mantenere a bassa temperatura un rivelatore a semiconduttore (es. rivelatori per spettroscopia EDX e FT-IR). L'azoto liquido, che ha una temperatura di ebollizione di -196°C, è il liquido criogenico più usato; quando sono necessarie temperature più basse di solito si ricorre all'elio liquido.

La seguente trattazione riguarda i liquidi criogenici inerti, in quanto sono quelle più frequentemente impiegati; fluidi infiammabili o comburenti come l'idrogeno e l'ossigeno non saranno considerati.

Pericoli dei liquidi criogenici

Le principali proprietà di un liquido criogenico sono la bassa temperatura e la sua elevata espansione in caso di vaporizzazione. Le basse temperature possono causare bruciature criogeniche e un pericolo d'incendio in caso di condensazione dell'ossigeno dell'aria, mentre l'elevata espansione comporta un pericolo di asfissia se avviene nell'ambiente di lavoro e un pericolo di esplosione se avviene in un contenitore chiuso. Altre fonti di pericolo sono quelle tipiche delle apparecchiature che operano a bassa temperatura. La condensazione dell'umidità dell'aria può rendere pericoloso l'utilizzo di interruttori, prese, apparecchi sotto tensione, mentre la formazione di ghiaccio può portare al blocco di valvole o altri dispositivi. L'infragilimento di materiali e la loro diversa contrazione termica può portare a rotture improvvise con conseguente proiezione di schegge.

Pericolo di ustione

Il contatto con fluidi o materiali a temperature criogeniche provoca sulla pelle delle lesioni, dette ustioni criogeniche, del tutto simili alle ustioni termiche; l'entità del danno subito dai tessuti aumenta con il diminuire della temperatura e con il prolungarsi del tempo di contatto. Le ustioni possono essere provocate dal contatto diretto con un fluido criogenico (gas o liquido) oppure con una superficie fredda.

Nel caso di esposizione diretta a liquidi criogenici, è molto importante la durata; se il contatto è breve (alcuni secondi), il rischio di lesioni è contenuto a causa della formazione di una barriera di vapore tra il liquido freddo e la pelle calda; tuttavia, nel caso degli occhi, essendo i tessuti molto delicati, è sufficiente uno piccolo spruzzo per determinare un danno immediato. Un'esposizione prolungata invece è sempre molto pericolosa, può infatti produrre delle lesioni ai tessuti simili a quelle di una fiamma diretta; particolarmente rischiosa è l'impregnazione di cappelli o vestiti, e assolutamente da evitare il contatto prolungato con gli occhi, in quanto, come già osservato, possono subire facilmente dei danni permanenti a causa della loro elevata sensibilità al congelamento. Riguardo ai getti di gas criogenici, sono sempre molto pericolosi, in quanto tendono a congelare più rapidamente del contatto con un liquido.

Nel caso del contatto con una superficie molto fredda, il congelamento dell'umidità della pelle la attacca alla superficie, la rapida sottrazione di calore ne ustiona i tessuti, mentre la sua rimozione della superficie ne provoca la lacerazione. Questo fenomeno avviene facilmente con le superfici di materiali ad elevata conducibilità come i metalli; tuttavia, a temperature criogeniche qualsiasi superficie fredda può essere pericolosa.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Poiché un contatto accidentale durante la manipolazione di liquidi criogenici è sempre possibile, è necessario sempre proteggersi adeguatamente quanto si eseguono queste operazioni. Gli operatori sono quindi tenuti ad indossare uno schermo facciale, occhiali, guanti, grembiule e scarpe antinfortunistiche.

Pericolo di incendio

Se si esclude l'impiego di liquidi infiammabili o ossidanti come l'idrogeno e l'ossigeno criogenici, il pericolo di incendio è presente quando le temperature sono sufficientemente basse da condensare l'ossigeno dell'aria. Questa situazione sussiste per l'azoto, l'elio e per tutti i liquidi criogenici che abbiano una temperatura di ebollizione inferiore a quella dell'ossigeno (-186°C).

La condensazione dell'ossigeno aumenta il suo potere comburente creando un pericolo di incendio. Infatti, molto materiali non infiammabili se esposti all'aria, lo diventano se sono messi a contatto con fluidi dotati di un maggiore potere comburente (un potere comburente equivalente al 30% di aria arricchita comporta il rischio di combustione dei vestiti). La situazione è aggravata dal fatto che maggiore è il potere comburente, maggiore è la velocità di propagazione della fiamma, per cui il contenimento di questi incendi è più difficile. Nel caso dell'azoto liquido, l'ossigeno che condensa in prossimità dell'interfaccia aria-azoto è anche assorbito nel liquido; questo fenomeno, se avviene per tempi prolungati, può trasformare il liquido criogenico in un pericoloso comburente.

La condensazione dell'ossigeno può verificarsi localmente per effetto delle pareti fredde di un'attrezzatura non isolata contenente fluidi criogenici con un punto di ebollizione inferiore a quello dell'ossigeno; mentre, l'assorbimento di ossigeno in azoto criogenico può diventare pericoloso quando vasi di Dewer o altri recipienti con apertura a bocca larga siano mantenuti per lungo tempo privi del tappo di copertura. E' necessario controllare l'isolamento termico nelle zone molto fredde delle apparecchiature e prestare attenzione alla copertura dei recipienti di azoto liquido.

Pericolo di asfissia

Una rapida evaporazione di un liquido criogenico comporta un elevato incremento del suo volume (es. un litro di azoto liquido espanso occupa circa 700 litri), la quale può facilmente rendere asfissiante l'atmosfera di ambienti poco ventilati. Poiché i gas prodotti sono generalmente inodori e incolori e la carenza di ossigeno non provoca effetti facilmente riconoscibili, il soffocamento avviene senza segni premonitori, portando allo svenimento e alla morte. Viste le gravi conseguenze, l'aerazione del locale e l'installazione di rivelatori di ossigeno sono delle precauzioni necessarie se sussiste il pericolo di asfissia.

Pericolo di esplosione

La sovrappressione generata dall'evaporazione di un liquido criogenico all'interno di un contenitore chiuso (ad esempio un contenitore criogenico con le valvole di sfiato bloccate) può essere così elevata da determinare un'esplosione meccanica. Questo pericolo richiede particolari precauzioni nelle stoccaggio: i recipienti devono essere aperti o equipaggiati con un dispositivo di sfiato.

11.2 Recipienti criogenici

I recipienti criogeni devono conservare il liquido a bassa temperatura e consentire le normali operazione di carico/scarico e spillamento. Fondamentali sono: i materiali impiegati per la loro costruzione, che non devono infragilire a basse temperature; l'isolamento termico, necessario per

limitare l'evaporazione; lo sfiato dei vapori espansi, indispensabile per evitare la generazione di pericolose pressioni; i dispositivi carico/scarico e spillamento.

I materiali usati per la costruzione di questi recipienti sono l'acciaio inossidabile e l'alluminio in lega. I contenitori trasportabili manualmente sono normalmente in lega di allumino, quelli di dimensioni maggiori, carrellabili o fissi, sono in acciaio inossidabile. L'isolamento termico è realizzato mediante una struttura a pareti multiple con interposto del materiale isolante posto sottovuoto; nei casi più semplici, le pareti sono due.

I recipienti criogenici possono essere distinti in due categorie a seconda che lo sfiato avvenga a pressione atmosferica (recipienti aperti) oppure in sovrappressione (recipienti chiusi). In entrambi i casi, deve essere sempre garantita la regolare fuoriuscita del gas proveniente dalla vaporizzazione del liquido criogenico, in modo da evitare la generazione di elevate pressioni pericolose per l'integrità del recipiente; infatti, nonostante l'ottimo isolamento, parte del liquido contenuto inevitabilmente evapora a causa del flusso termico proveniente dall'ambiente esterno.

I recipienti a pressione atmosferica hanno un'apertura che, quando non è utilizzata per le operazioni di carico e spillamento, è coperta appoggiandovi un tappo di materiale isolante molto leggero (plastica); in questo modo si limitano le dispersioni termiche e contemporaneamente si consente la fuoriuscita del gas che evapora con una trascurabile sovrappressione.

I recipienti chiusi sono più adatti per contenere maggiori quantità di liquido (25-250 litri), di solito sono carellati. Si tratta di recipienti autopressurizzanti, equipaggiati con un dispositivo di riempimento e travaso, un indicatore di livello, un manometro e un circuito di messa in pressione con un regolatore di messa in pressione e valvola di sfiato. Un serpentino di messa in pressione preleva del liquido criogenico dal fondo del recipiente; il liquido vaporizza nel serpentino raffreddando il sistema e, passata una valvola, detta di messa in pressione, è immesso allo stato gassoso nel contenitore interno pressurizzandolo; quando la pressione interna supera il valore impostato interviene il regolatore di messa in pressione aprendo la valvola di sfiato. Un disco di rottura connesso con la camera interna la protegge da un'eventuale incremento incontrollato di pressione, generato, ad esempio, da un'ostruzione dello sfiato dovuta a dell'umidità atmosferica ghiacciata. Nel caso di recipienti a doppia parete, è presente anche un disco di rottura connesso con l'intercapedine sottovuoto; infatti, questa si pressurizza se a causa di una rottura vi fluisce del liquido criogenico.

11.3 Valutazione della possibilità di asfissia e controllo del rischio

Un locale è considerato a pericolo di asfissia quando è presente una quantità di liquido criogenico sufficiente a ridurre, in caso di evaporazione, la concentrazione di ossigeno nell'ambiente ad un valore inferire al 18% in volume.

Nella stima della riduzione della concentrazione di ossigeno si deve considerare che a causa della sua temperatura il gas espanso non si disperde in modo uniforme nell'ambiente, ma tende a stratificare verso il basso; il volume realmente disponibile è quindi inferiore a quello del locale. Per considerare questo fenomeno, si riduce in via cautelativa il volume del locale moltiplicandolo per un coefficiente di riempimento (k); nel caso di un'altezza del locale minore o uguale a tre metri, il coefficiente è assunto pari a 0,5, per locali più alti occorre ridurlo ulteriormente ponendolo uguale a
, dove H è l'altezza del locale espressa in metri.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Se si assume che in assenza di aerazione forzata tutto il liquido criogenico evapori nel laboratorio sostituendo con il suo volume parte dell'aria presente, la massima quantità in moli di fluido stoccabile per unità di volume occupabile per non avere un apprezzabile rischio di atmosfera asfissiante, cioè una concentrazione di ossigeno almeno pari al 18%, risulta essere:

—

Nel caso dell'azoto, esprimendo la quantità in massa e in litri di liquido criogenico , si ottiene:

— —— — ——————

Anche se questi limiti sono soddisfatti si raccomanda comunque di aerare il più possibile il locale aprendo porte e finestre quando si eseguono azioni che coinvolgono liquidi criogenici come le operazioni di carico, scarico, travaso e rabbocco.

Se risulta che un recipiente o l'apparecchiatura hanno una capacità tale da determinare un pericolo di asfissia è necessario, per ridurre il rischio, installare nel locale in sistema di rivelazione dell'ossigeno e un sistema di aereazione forzata.

11.4 Sistema di rivelazione dell'ossigeno

Il sistema di rilevazione deve essere dotato di allarme ottico e acustico non disattivabile (o disattivabile tramite password). Si raccomanda di impostare il primo allarme a una concentrazione di ossigeno pari al 19,5%. I rivelatori possono essere montati lateralmente sul muro o su colonne a circa 30 cm dal pavimento nelle zone dove non siano presenti apprezzabili flussi d'aria (velocità dell'aria stimata inferiore a 0,5 m/s). Almeno uno dei rilevatori deve essere posizionato nelle immediate vicinanze del possibile punto di fuga del fluido frigorigeno (recipiente criogenico o serbatoio dell'apparecchiatura). Se il pavimento è in pendenza un rilevatore dovrà essere posizionato in corrispondenza del punto più basso del pavimento, a circa 30 cm di altezza. La presenza di pozzetti o intercapedini richiede l'installazione di rilevatori addizionali.

11.5. Ventilazione del locale

L'impianto di aerazione forzata deve avere il prelievo dell'aria dall'ambiente esterno posizionato in alto e l'espulsione dall'ambiente interno in basso. La portata d'aria, condizionata in modo da non creare disagio per gli operatori, dovrebbe garantire almeno 6 ricambi di volume del locale ogni ora. Se si desidera installare anche una ventilazione di emergenza, si raccomanda una portata d'aria, non condizionata, che garantisca almeno 20 ricambi ogni ora. L'intervento di emergenza dovrebbe possibilmente essere attivato automaticamente in caso di allarme del sistema di rivelazione di ossigeno.

11.5 Raccomandazioni per l'uso di recipienti criogenici

Nell'impiego dei recipienti criogenici è bene rispettare le norme d'uso e manutenzione riportate dal costruttore nel manuale dell'apparecchiatura. In generale, si consiglia attenersi alle seguenti indicazioni.

Condizioni per l'uso

- Usare soltanto recipienti costruiti e certificati appositamente per contenere liquidi criogenici.
- Usare un recipiente criogenico soltanto con lo specifico liquido criogenico per cui è stato costruito.
- Usare solo recipienti di tipo aperto oppure protetti da un dispositivo di limitazione della pressione e scarico del gas.
- Non usare recipienti che appaiono danneggiati nell'isolamento o che presentano un tasso di evaporazione elevato rispetto a quanto indicato dal costruttore.
- Non usare tappi o coperchi che non siano stati forniti con il recipiente.

Controlli

- Controllare regolarmente il funzionamento dei dispositivi di sfiato per accertarsi che non siano ostruiti da umidità atmosferica ghiacciata.
- Controllare, per i recipienti autopressurizzanti, che la pressione indicata dal manometro rispetti i limiti indicati dal fornitore.

Trasporto

- Utilizzare per il trasporto dei recipienti criogenici sempre mezzi appropriati come carrelli studiati allo scopo; devono garantire una stabilità del carico così da evitare e sversamenti
- Trasportare recipienti criogenici carichi esclusivamente con un montacarichi o un ascensore operante in modalità montacarichi. Nessuna persona deve trovarsi all'interno di una cabina chiusa quando è presente un recipiente criogenico carico anche se di piccola capacità (vaso Dewer). In caso di blocco accidentale, l'evaporazione del liquido criogenico può creare una ambiente asfissiante.

11.6 Raccomandazioni per la manipolazione di liquidi criogenici

Durante le operazione di travaso e spillamento di liquidi criogenici, il contatto del fluido criogenico con parte "calde" (a temperatura ambiente) porta a una sua rapida e incontrollata vaporizzazione che produce facilmente degli schizzi. Le operazioni di travaso e spillamento devono quindi essere eseguite lentamente e con un'adeguata protezione personale.

Nell'impiego dei liquidi criogenici si consiglia di adottare le seguenti precauzioni.

Protezione personale

- Rimuovere eventuali braccialetti o altri oggetti che possano essere di impedimento durante le operazioni di manipolazione dei liquidi criogenici.
- Indossare pantaloni lunghi privi di risvolti e un camice lungo possibilmente privo di tasche.
- Proteggersi gli occhi e il viso indossando una visiera (schermo facciale) e degli occhiali di sicurezza.
- Proteggersi le mani indossando dei guanti impermeabili con prolunga specifici per la manipolazione di liquidi criogenici. I guanti devono calzare in maniera larga in modo da poter essere gettati via rapidamente qualora si versasse o schizzasse del liquido al loro interno.

- Proteggersi il corpo indossando un grembiule/paragrembo isolante e impermeabile per liquidi criogenici.
- Proteggersi i piedi calzando scarpe chiuse, possibilmente antinfortunistiche; evitare assolutamente scarpe aperte o realizzate con materiali porosi o comunque permeabili.
- Portare sempre i pantaloni all'esterno di stivali o scarpe in genere in modo da evitare il pericolo che il liquido criogenico penetri all'interno delle calzature.

Divieti

- Non eseguire alcuna operazione se non si è stati specificatamente addestrati per compierla.
- Non operare mai da soli con liquidi criogenici.
- Non toccare mai direttamente con le mani o altre parti del corpo scoperte tubazioni o recipienti non isolati contenenti liquidi criogenici. Anche i materiali non metallici possono essere pericolosi a quelle temperature.
- Non riempire mai i recipienti oltre il livello di sicurezza prescritto dal costruttore (di solito non più dell'80% della capacità volumetrica). L'eccesso di liquido aumenta il tasso di evaporazione ed il pericolo di trabocchi durante il trasporto.
- Non bloccare mai lo scarico di un dispositivo di sfiato o chiudere l'apertura di un recipiente a pressione atmosferica.

Modalità operative e controlli

- Prima di eseguire una qualsiasi operazione, ventilare il più possibile l'ambiente o se il locale è ventilato artificialmente verificare l'efficienza dell'impianto.
- Prima di procedere ad un riempimento, accertarsi sempre che il contenitore che si suppone vuoto non contenga invece acqua o liquidi criogenici.
- Prima di provvedere al rabbocco di un recipiente, accertarsi della natura del liquido contenuto. Mescolando due diversi liquidi criogenici, si causa l'evaporazione del liquido al più basso punto di ebollizione. Se si tratta di ossigeno liquido questo può creare un atmosfera ossidante con conseguente pericolo di incendio. Se si introduce ossigeno liquido in un contenitore ad azoto liquido può verificarsi l'accensione spontanea del materiale organico contenuto.
- Usare un imbuto per travasare liquidi criogenici in recipienti di piccole dimensioni.
- Usare un dispositivo di spillamento a pressione (o dispenser) per estrarre liquidi criogenici da grandi recipienti. Il dispenser va inserito attraverso il collo del recipiente e immerso lentamente fino in fondo nel liquido. Usare una pressione appena sufficiente per eseguire l'estrazione del liquido.
- Eseguire sempre le operazioni lentamente, in particolare i travasi in un contenitore "caldo" (a temperatura ambiente) e l'immersione di un oggetto "caldo", in modo da ridurre gli schizzi generati dall'ebollizione.
- Usare sempre delle pinze per immergere o estrarre oggetti da un liquido criogenico.
- Controllare regolarmente che i dispositivi di sfiato non siano occlusi da materiale congelato. Se si usa un dispositivo di spillamento (o dispenser) oppure un beccuccio per il travaso, controllate, ad intervalli regolari, che lo sfiato non sia ostruito dal ghiaccio formatosi per la solidificazione dell'umidità atmosferica. Uno scarico inadeguato può essere la causa di un eccessivo aumento di pressione con possibile danno del recipiente o, in casi limite, lo scoppio.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Elenco di alcune sostanze chimiche incompatibili con rischio di reazioni violente

ACETILENE
fluoro, cloro, bromo, argento, rame e mercurio
ACETONE
miscele di acido nitrico e solforico concentrati
ACIDO ACETICO
acido cromico, acido nitrico, perossidi e permanganati
ACIDO CIANIDRICO
acido nitrico e alcali
ACIDO CROMICO E TRIOSSIDO DI CROMO
ac. acetico, naftalene, canfora, glicerolo, acqua ragia, alcool e altri liquidi infiammabili
ACIDO NITRICO CONCENTRATO
ac. acetico, acetone, alcool, anilina, ac. cromico, ac. cianidrico, solfuro di idrogeno, liquidi infiammabili, gas infiammabili, sostanze nitrabili
ACIDO OSSALICO
argento e mercurio
ACIDO PERCLORICO
anidride acetica, bismuto e sue leghe, alcool, carta, legno,grasso e olii
ACIDO SOLFORICO
clorato, perclorati, permanganati
AMMONIACA ANIDRA
mercurio, cloro, calcio ipoclorito, iodio, bromo e fluoruro di idrogeno
ANILINA
ac. nitrico,perossido di idrogeno
ARGENTO
acetilene, acido ossalico, ac. tartarico, ac. fulminico
BROMO
ammoniaca, actilene, butadiene, butano e altri gas petroliferi, carburo di sodio, acqua ragia, benzene
CARBONE ATTIVO
ipoclorito di calcio, ossidanti
CLORATI
sali di ammonio, acidi polveri metalliche, zolfo
CLORO
vedi bromo
DIOSSIDO DI CLORO
ammoniaca, metano, fosfina, solfuro di idrogeno
FLUORO
reattivo con tutti
FLUORURO DI IDROGENO
ammoniaca acquosa o anidra
FOSFORO BIANCO
aria e ossigeno
IDRAZINA
perossido di idrogeno, ac. nitrico, qualsiasi ossidante
IDROCARBURI (BENZENE, BUTANO,PROPANO, BENZINA)

Documento per uso interno – Luigi Manna

fluoro, cloro, ac. cromico, perossidi
IODIO
acetilene, ammoniaca acquosa o anidra
MERCURIO
acetilene, ac. fulminico, ammoniaca
METALLI ALCALINI E ALCALINO TERROSI
anidride carbonica, tetracloruro di carbonio e altri idrocarburi clorurati
NITRATO DI AMMONIO
acidi, polveri metalliche, liquidi infiammabili, clorati nitriti, zolfo sostanze organiche o combustibili
NITROPARAFFINA
basi inorganiche ammine
OSSIDO DI CALCIO
acqua
OSSIGENO
olii, grassi, idrogeno, liquidi ,solidi o gas infiammabili
POTASSIO PERMANGANATO
glicerolo, glicole etilenico, benzaldeide, ac. solforico
PEROSSIDO DI IDROGENO
rame, cromo, metalli o loro sali, liquidi infiammabili, materiali combustibili

Elenco di alcune sostanze chimiche incompatibili con rischio di formazione di sostanze tossiche

PRODOTTI ARSENIACALI	
qualsiasi agente riducente	si genera **ARSINA**
ACIDO NITRICO	
rame, ottone, qualsiasi metallo pesante	si genera **DIOSSIDO DI AZOTO**
CIANURI	
acidi	si genera **ACIDO CIANIDRICO**
FOSFORO	
alcali caustici o agenti riducenti	si genera **FOSFINA**
IPOCLORITI	
acidi	si genera **CLORO, ACIDO IPOCLOROSO**
NITRATI	
acido solforico	si genera **DIOSSIDO DI AZOTO**
SOLFURI	
Acidi	si genera **SOLFURO DI IDROGENO**

Documento per uso interno – Luigi Manna

Metodi di rimozione per alcuni versamenti di sostanze chimiche

Tipo di versamento	Pulizia consigliata
Acidi organici	Applicare bicarbonato di sodio. Assorbire con granuli o vermiculite
Acidi inorganici	Applicare bicarbonato di sodio/ossido di calcio o sodio carbonato/ossido di calcio. Assorbire con granuli o vermiculite. NOTE: L'acido fluoridrico è un'eccezione (vedi sotto)
Acido cloridrico	Non usare acqua. Assorbire con sabbia o bicarbonato di sodio
Aldeidi	Assorbire con granuli o vermiculite
Ammine alifatiche	Applicare bisolfato di sodio. Assorbire con granuli o vermiculite
Ammine aromatiche	Assorbire con granuli o vermiculite. Evitare il contatto con la pelle e l'inalazione.
Ammine aromatiche alogenate	Assorbire con granuli o vermiculite. Evitare il contatto con la pelle e l'inalazione.
Azidi (potenzialmente esplosivi)	Assorbire con granuli o vermiculite. Decontaminare con una soluzione al 10% di ammonio nitrato cerico.
Basi (alcali caustici)	Neutralizzare con acido o altri neutralizzatori chimici in commercio e assorbire con granuli o vermiculite.
Carbonio solfuro	Assorbire con granuli o vermiculite
Cloridrina	Assorbire con granuli o vermiculite. Evitare il contatto con la pelle e l'inalazione
Cianuri	Bagnare o inumidire i solidi prima di spazzare o utilizzare un aspiratore con filtro HEPA. Assorbire i liquidi con granuli o vermiculite
Alidi, organici o inorganici	Applicare bicarbonato di sodio
ldrocarburi alogenati	Assorbire con granuli o vermiculite
ldrazina	Assorbire con granuli o vermiculite. Evitare i materiali organici.
Acido fluoridrico	Assorbire con carbonato di calcio (o ossido di calcio) piuttosto che bicarbonato di sodio che può portare alla formazione di sodio fluoruro considerato più tossico dei calcio fluoruro. Curare molto la scelta dei granuli per l'assorbimento dell'acido, quelli che contengono silicati incompatibili con l'acido fluoridrico
Soluzioni di sali inorganici	Applicare soda
Mercaptani/solfuri organici	Neutralizzare con una soluzione di ipoclorito di calcio. Assorbire con granuli o vermiculite
Nitrili	Spazzare via i solidi. Assorbire i liquidi con granuli o vermiculite
Nitro composti organici	Assorbire con granuli o vermiculite. Evitare il contatto con la pelle e l'inalazione
Agenti ossidanti	Applicare bisolfito di sodio
Perossidi (reazioni violente	Assorbire con granuli o vermiculite

Documento per uso interno – Luigi Manna

con l'acqua)	
Fosfati, organici	Assorbire con granuli o vermiculite
Sostanze riducenti	Applicare soda o bicarbonato di sodio

Guida alla sicurezza nei laboratori chimici (versione 3)

Appendice A – Segnali di Sicurezza

Segnali di prescrizione

LAVARE SEMPRE LE MANI AL TERMINE DELLE OPERAZIONI

PROTEZIONE OBBLIGATORIA DEL CORPO

PROTEZIONE OBBLIGATORIA DELL'UDITO

GUANTI OBBLIGATORI

CALZATURE DI SICUREZZA OBBLIGATORIE

CASCO DI PROTEZIONE OBBLIGATORIO

PROTEZIONE DEGLI OCCHI OBBLIGATORIA

PROTEZIONE DEL VISO OBBLIGATORIA

PROTEZIONE OBBLIGATORIA DELLE VIE RESPIRATORIE

Segnali di divieto

DIVIETO DI ACCESSO ALLE PERSONE NON AUTORIZZATE

DIVIETO TRANSITO PEDONI

NON TOCCARE

VIETATO FUMARE

VIETATO USARE FIAMME LIBERE

DIVIETO DI BEVANDE E CIBO

ACQUA NON POTABILE

VIETATO SPEGNERE CON ACQUA

VIETATO USARE ESTINTORI

Segnali di salvataggio o soccorso

PRONTO SOCCORSO

DOCCETTA LAVAOCCHI DI EMERGENZA

DOCCIA DI EMERGENZA

PERCORSO/USCITA DI EMERGENZA

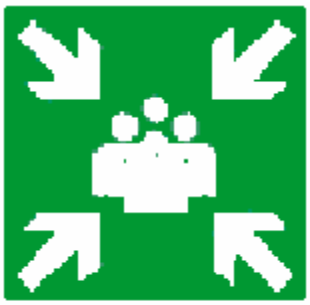
DIREZIONE DA SEGUIRE (cartello da aggiungere a quelli che precedono)

DIREZIONE DA SEGUIRE (cartello da aggiungere a quelli che precedono)

PERCORSO/USCITA DI EMERGENZA

PERCORSO/USCITA DI EMERGENZA

PERCORSO/USCITA DI EMERGENZA


PUNTO DI RACCOLTA

Segnali di antincendio

IDRANTE

PULSANTE ALLARME

ESTINTORE

SCALA ANTINCENDIO

ATTACCO VV.FF.

TELEFONO PER GLI INTERVENTI ANTINCENDIO

PULSANTE DI ALLARME ANTINCENDIO

Guida alla sicurezza nei laboratori chimici (versione 3)

Appendice B – Direttiva 67/548/CEE

Nelle tabelle B.1a e B.1b è riportata una breve descrizione di ciascuna categoria di pericolo appartenente al sistema di classificazione adottato dalla Direttiva 67/548/CEE. Nella tabella B.2 sono riportate per ciascuna categoria di pericolo le corrispondenti indicazioni di pericolo, i simboli di pericolo e codici delle frasi di rischio (frasi R); seguono l'elencazione delle frasi di rischio, i consigli di prudenza (frasi S) e le loro combinazioni.

Tabella B.1a - Categorie di pericolo secondo la Direttiva 67/548/CEE (parte 1 di 2)

	Categoria	Descrizione
Proprietà Chimico-fisiche	Esplosivo	Le sostanze e i preparati solidi, liquidi, pastosi o gelatinosi che, anche senza l'azione dell'ossigeno atmosferico, possono provocare una reazione esotermica con rapida formazione di gas e che, in determinate condizioni di prova, detonano, deflagrano rapidamente o esplodono in seguito a riscaldamento quando soggetti a parziale contenimento
	Comburente	Le sostanze e i preparati che a contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione esotermica.
	Estremamente infiammabile	Le sostanze e i preparati liquidi che presentano punto di infiammabilità estremamente basso e punto di ebollizione basso e le sostanze ed i preparati gassosi che a temperatura e pressione ambiente sono infiammabili a contatto con l'aria.
	Altamente infiammabile	1) Le sostanze e i preparati che, a contatto con l'aria, a temperatura ambiente e senza apporto di energia, possono subire innalzamenti termici e infiammarsi; 2) le sostanze i preparati solidi che possono facilmente infiammarsi dopo un breve contatto con una sorgente di accensione e che continuano a bruciare o a consumarsi anche dopo il distacco della sorgente stessa; 3)) le sostanze i preparati liquidi il cui punto di infiammabilità è molto basso; 4) le sostanze i preparati che, a contatto con l'acqua o l'aria umida, sprigionano gas estremamente infiammabile in quantità pericolose.
	Infiammabile	Le sostanze e i preparati liquidi con un basso punto di infiammabilità sono classificate come infiammabili e non sono contrassegnate da un simbolo e da un'indicazione di pericolo.
Salute Proprietà tossicologiche	Molto tossico	Le sostanze e i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, in piccolissima quantità, sono letali oppure provocano lesioni acute o croniche.
	Tossico	Le sostanze e i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, in piccole quantità, sono letali oppure provocano lesioni acute o croniche.
	Nocivo	Le sostanze e i preparati che, in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche.
	Corrosivo	Le sostanze e i preparati che, a contatto con tessuti vivi, possono esercitare su di essi un'azione distruttiva.
	Irritante	Le sostanze e i preparati non corrosivi, il cui contatto diretto, prolungato o ripetuto con la pelle o le mucose può provocare una reazione infiammatoria.
	Sensibilizzante	Le sostanze o i preparati che, per inalazione o penetrazione cutanea, possono dar luogo ad una reazione di ipersensibilizzazione per cui una successiva esposizione alla sostanza o al preparato produce effetti nefasti caratteristici.

Tabella B.1b Categorie di pericolo secondo la Direttiva 67/548/CEE (parte 2 di 2)

	Categoria	Descrizione
Salute: Effetti specifici	Cancerogeno	Le sostanze o i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza.
	Categoria 1	Sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione umana ad una sostanza e lo sviluppo di tumori.
	Categoria 2	Sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione umana ad una simile sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori.
	Categoria 3	Sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo, per le quali tuttavia le informazioni disponibili non sono sufficienti per procedere ad una valutazione soddisfacente.
	Mutageno	Le sostanze e i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono produrre difetti genetici ereditari o aumentarne la frequenza.
	Categoria 1	*Sostanze di cui si conoscono gli effetti mutageni sull'uomo.* Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo ad una sostanza e alterazioni genetiche ereditarie.
	Categoria 2	*Sostanze che dovrebbero essere considerate mutagene per l'uomo.* Esistono prove sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo alla sostanza possa provocare lo sviluppo di alterazioni genetiche ereditarie.
	Categoria 3	*Sostanze da considerare con sospetto per i loro possibili effetti mutageni.* Esistono prove fornite da studi specifici sugli effetti mutageni, che tuttavia non sono sufficienti per classificare la sostanza nella categoria 2
Salute: Effetti specifici	Tossico per la riproduzione	Le sostanze o i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono produrre e aumentare l'incidenza di effetti nocivi non ereditari nella prole o danni a carico della funzione o delle capacità riproduttive maschili o femminili.
	Categoria 1	Sostanze che danneggiano la fertilità negli esseri umani. Sostanze con effetti tossici sullo sviluppo umano.
	Categoria 2	Sostanze che dovrebbero essere considerate in grado di danneggiare la fertilità negli esseri umani Sostanze che dovrebbero essere considerate in grado di provocare effetti tossici sullo sviluppo umano
	Categoria 3	Sostanze che potrebbero avere effetti sulla fertilità umana. Sostanze che potrebbero produrre alterazioni negli esseri umani a causa dei loro probabili effetti tossici sullo sviluppo.
Ambiente	Pericoloso per l'ambiente	Le sostanze e i preparati che, qualora si diffondano nell'ambiente, presentino o possano presentare pericoli immediati o differiti per una o più delle componenti dell'ambiente.

Tabella B.2 Categorie di pericolo, Indicazioni di Pericolo, Simboli e Frasi R secondo la direttiva 67/548/CEE

	Categoria di pericolo	Indicazione di pericolo	Simbolo		Frasi R
Proprietà Chimico-fisiche	Esplosivo	Esplosivo		E	R2, R3
	Comburente	Comburente		O	R7,R8,R9
	Estremamente infiammabile	Estremamente infiammabile		F+	R12
	Altamente infiammabile	Altamente infiammabile		F	R11, R15, R17
	Infiammabile	Infiammabile	-	-	R10
Salute Proprietà tossicologiche	Molto tossico	Molto tossico		T+	R28, R27, R26, R39
	Tossico	Tossico		T	R25, R24, R23, R39
	Nocivo	Nocivo		Xn	R22, R21, R20, R68, R65
	Corrosivo	Corrosivo		C	R35 R34
	Irritante	Irritante		Xi	R38, R36, R41
	Sensibilizzante	Nocivo		Xn	R42
		Irritante		Xi	R43
Salute Effetti specifici	Cancerogeno Categorie 1 e 2	Tossico		T	R45, R49
	Categoria 3	Nocivo		Xn	R40
	Mutageno Categorie 1 e 2	Tossico		T	R46
	Categoria 3	Nocivo		Xn	R68
	Tossico per la riproduzione Categorie 1 e 2	Tossico		T	R60 R61
	Categoria 3	Nocivo		Xn	R63
Ambiente	Pericoloso per l'ambiente	Pericoloso per l'ambiente		N	R50, R51, R53

Elenco delle frasi di rischio (frasi R)

R1	Esplosivo a secco
R2	Rischio d'esplosione per urto, attrito, presenza di fuoco o di altre fonti d'infiammazione
R3	Grande rischio d'esplosione per urto, attrito, in presenza di fuoco o altre fonti d'infiammazione
R4	Forma dei composti metallici esplosivi molto sensibili
R5	Rischio d'esplosione in presenza di calore
R 6	Rischio d'esplosione a contatto o meno con l'aria
R7	Può provocare incendio
R8	Favorisce l'infiammazione di sostanze combustibili
R9	Può esplodere componendosi con sostanze combustibili
R10	Infiammabile
R11	Molto infiammabile
R12	Estremamente infiammabile
R13	Gas liquefatto estremamente infiammabile
R14	Reagisce violentemente a contatto con l'acqua
R15	A contatto con l'acqua sviluppa gas molto infiammabili
R16	Può esplodere componendosi con sostanze comburenti
R17	Infiammabile spontaneamente in presenza di aria
R18	Con l'uso, formazione possibile di miscela vapore / aria infiammabile / esplosivi
R19	Può formare perossidi esplosivi
R20	Nocivo per inalazione
R21	Nocivo a contatto con la pelle
R22	Nocivo in caso di ingestione
R23	Tossico per inalazione
R24	Tossico a contatto con la pelle
R25	Tossico in caso d'ingestione
R26	Molto tossico per inalazione
R27	Molto tossico a contatto con la pelle
R28	Molto tossico in caso d'ingestione
R29	A contatto con l'acqua sviluppa gas tossici
R30	Può diventare molto infiammabile in esercizio
R31	A contatto con un acido sviluppa gas tossico
R32	A contatto con un acido sviluppa gas molto tossico
R33	Pericolo di effetti cumulati

R34	Provoca ustioni
R35	Provoca gravi ustioni
R36	Irritante per gli occhi999
R37	Irritante per le vie respiratorie
R38	Irritante per la pelle
R39	Pericolo di effetti irreversibili molto gravi
R40	Possibilità di effetti cancerogeni - Prove insufficienti
R41	Rischio di lesioni oculari gravi
R42	Può causare sensibilizzazione per inalazione
R43	Può causare sensibilizzazione a contatto con la pelle
R44	Rischio d'esplosione se riscaldato in ambiente chiuso
R45	Può provocare il cancro
R46	Può provocare alterazioni genetiche ereditarie
R47	Può procurare malformazioni congenite
R48	Rischio di effetti gravi per la salute in caso di esposizione prolungata
R49	Può provocare il cancro per inalazione
R50	Altamente tossico per gli organismi acquatici
R51	Tossico per gli organismi acquatici
R52	Nocivo per gli organismi acquatici
R53	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
R54	Tossico per la flora
R55	Tossico per la fauna
R56	Tossico per gli organismi del terreno
R57	Tossico per le api
R58	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente
R59	Pericoloso per lo strato di ozono
R60	Può ridurre la fertilità
R61	Può danneggiare i bambini non ancora nati
R62	Possibile rischio di ridotta fertilità
R63	Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati
R64	Possibile rischio per i bambini allattati al seno
R65	Nocivo: può causare danni ai polmoni in caso di ingestione
R66	L'esposizione ai vapori può provocare secchezza e screpolature alla pelle
R67	L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini
R68	Possibilità di effetti irreversibili

Elenco delle combinazioni di frasi di rischio

R14/15	Reagisce violentemente con l'acqua liberando gas infiammabili
R15/29	A contatto con l'acqua libera gas tossici e facilmente infiammabili
R20/21	Nocivo per inalazione e contatto con la pelle
R21/22	Nocivo a contatto con la pelle e per ingestione
R20/22	Nocivo per inalazione e ingestione
R20/21/22	Nocivo per inalazione, ingestione e contatto con la pelle
R23/24	Tossico per inalazione e contatto con la pelle
R24/25	Tossico a contatto con la pelle e per ingestione
R23/25	Tossico per inalazione e ingestione
R23/24/25	Tossico per inalazione, ingestione e contatto con la pelle
R26/27	Altamente tossico per inalazione e contatto con la pelle
R26/28	Molto tossici per inalazione e per ingestione
R27/28	Altamente tossico a contatto con la pelle e per ingestione
R26/27/28	Altamente tossico per ingestione, inalazione e contatto con la pelle
R36/37	Irritante per gli occhi e le vie respiratorie
R37/38	Irritante perle vie respiratorie e la pelle
R36/38	Irritante per gli occhi e la pelle
R36/37/38	Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle
R39/23	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione
R39/24	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle
R39/25	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione
R39/23/24	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle
R39/23/25	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e ingestione
R39/24/25	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per ingestione
R39/23/24/25	Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione
R39/26	Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione
R39/27	Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle
R39/28	Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione
R39/26/27	Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle
R39/26/28	Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto per inalazione e per ingestione
R39/26/27/28	Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione
R42/43	Può provocare sensibilizzazione per inalazione e a contatto con la pelle

R48/20	Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione
R48/21	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle
R48/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione
R48/20/21	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle
R48/20/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e ingestione
R48/21/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione
R48/20/21/22	Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione
R48/23	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione
R48/24	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle
R48/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione
R48/23/24	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle
R48/23/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e per ingestione
R48/24/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione
R48/23/24/25	Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione
R50/53	Altamente tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
R51/53	Tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
R52/53	Nocivo per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico
R68/20	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione
R68/21	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle
R68/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per ingestione
R68/20/21	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione e a contatto con la pelle
R68/20/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione e ingestione
R68/21/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle e per ingestione
R68/20/21/22	Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione

Elenco di consigli di prudenza (frasi S)

S1	Conservare sotto chiave
S2	Conservare fuori portata dei minori
S3	Conservare in luogo fresco
S4	Conservare lontano da qualsiasi locale abitato
S5	Conservare in (liquido adatto consigliato dal produttore)
S6	Conservare in (gas inerte consigliato dal produttore)
S7	Conservare il recipiente perfettamente chiuso
S8	Conservare il recipiente protetto dall'umidita'
S9	Conservare il recipiente in un luogo ben ventilato
S12	Non chiudere ermeticamente il recipiente
S13	Conservare lontano da prodotti alimentari e bevande, compresi quelli per animali
S14	Conservare lontano da (sostanze incompatibili specificate dal produttore)
S15	Conservare lontano da fonti di calore
S16	Conservare lontano da qualsiasi fonte d'infiammazione Non fumare
S17	Tenere lontano da sostanze combustibili
S18	Manipolare e aprire il recipiente con precauzione
S20	Non mangiare e bere durante l'utilizzazione
S21	Non fumare durante l'utilizzazione
S22	Non respirarne le polveri
S23	Non respirarne i gas e i vapori, i fumi, gli aerosol (termini adatti specificati dal produttore)
S24	Evitare il contatto con la pelle
S25	Evitare il contatto con gli occhi
S26	In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare uno specialista
S27	Togliere immediatamente qualsiasi indumento insudiciato o spruzzato
S28	Dopo contatto con la pelle, lavarsi immediatamente e abbondantemente con (prodotto adeguato specificato dal produttore)
S29	Non gettare i residui nelle condotte fognarie
S30	Non versare mai acqua in questo prodotto
S33	Evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche
S34	Evitare movimento d'urto e di attrito
S35	Non gettare il prodotto e il recipiente senza aver preso tutte le precauzioni indispensabili
S36	Indossare un indumento di protezione adeguato
S37	Indossare guanti adeguati

S38	In caso di insufficiente ventilazione, far uso di un apparecchio respiratorio adeguato
S39	Far uso di un apparecchio di protezione degli occhi e del viso
S40	Per la pulizia del pavimento o di oggetti, insudiciati dal prodotto, utilizzare (prodotto specificato dal produttore)
S41	In caso d'incendio e/o di esplosione non respirare i fumi
S42	In caso di irrigazione liquida o gassosa indossare un apparecchio respiratorio adeguato (indicazioni a cura del produttore)
S43	In caso d'incendio utilizzare (apparecchi estintori specificati dal produttore Qualora il rischio aumenti in presenza di acqua aggiungere
S44	In caso di malore consultare un medico (recando possibilmente l'etichetta)
S45	In caso d'infortunio o di malore, consultare immediatamente un medico (recare possibilmente con sé l'etichetta)
S46	In caso d'ingestione consultare immediatamente un medico recando con se' l'imballlaggio o l'etichetta
S47	Conservare a temperatura non superiore a °C (da specificare a cura del produttore)
S48	Mantenere in ambiente umido con (prodotto adeguato da specificare a cura del produttore)
S49	Conservare unicamente nel recipiente originale
S50	Non mescolare con (da specificare a cura del produttore)
S51	Utilizzare unicamente in zone perfettamente ventilate
S52	Non utilizzare su grandi superfici in locali abitati
S53	Evitare l'esposizione, procurarsi istruzioni particolari prima dell'utilizzazione
S54	Procurarsi il consenso delle autorità di controllo dell'inquinamento prima di scaricare negli impianti di trattamento delle acque di scarico
S55	Utilizzare le migliori tecniche di trattamento disponibili prima di scaricare nelle fognature o nell'ambiente acquatico
S56	Non scaricare nelle fognature o nell'ambiente; smaltire i residui in un punto di raccolta rifiuti autorizzato
S57	Usare contenitori adeguati per evitare l'inquinamento ambientale
S58	Smaltire come rifiuto pericoloso
S59	Richiedere informazioni al produttore/fornitore per il recupero/riciclaggio
S60	Questo materiale e/o il suo contenitore devono essere smaltiti come rifiuti pericolosi
S61	Non disperdere nell'ambiente Riferirsi alle istruzioni speciali/schede informative in materia di sicurezza
S62	In caso di ingestione non provocare il vomito
S63	In caso di ingestione per inalazione, allontanare l'infortunato dalla zona contaminata e mantenerlo a riposo
S64	In caso di ingestione, sciacquare la bocca con acqua (solamente se l'infortunato è cosciente)

Elenco delle combinazioni dei consigli di prudenza

S1/2	Conservare sotto chiave e fuori della portata dei bambini
S3/7/9	Tenere il recipiente ben chiuso in luogo fresco ben ventilato
S3/9	Tenere il recipiente in luogo fresco e ben ventilato
S3/9/14/49	Conservare soltanto nel contenitore originale in luogo fresco e ben ventilato lontano da (materiali incompatibili da precisare da parte del fabbricante)
S3/9/49	Conservare soltanto nel contenitore originale in luogo fresco e ben ventilato
S3/14	Conservare in luogo fresco lontano da (materiali incompatibili da precisare da parte del fabbricante
S7/8	Conservare il recipiente ben chiuso e al riparo dell'umidità
S7/9	Tenere il recipiente ben chiuso e in luogo ben ventilato
S7/47	Tenere il recipiente ben chiuso e a temperatura non superiore a °C (da precisare da parte del fabbricante)
S20/21	Non mangiare né bere né fumare durante l'impiego
S24/25	Evitare il contatto con gli occhi e con la pelle
S29/56	Non gettare i residui nelle fognature
S36/37	Usare indumenti protettivi e guanti adatti
S36/37/39	Usare indumenti protettivi e guanti adatti e proteggersi gli occhi/la faccia
S36/39	Usare indumenti protettivi adatti e proteggersi gli occhi/la faccia
S37/39	Usare guanti adatti e proteggersi gli occhi/la faccia
S47/49	Conservare soltanto nel contenitore originale a temperatura non superiore a °C (da precisare da parte del fabbricante)

Guida alla sicurezza nei laboratori chimici (versione 3)

Appendice C – Regolamento CE n. 1237/2008

Nelle tabelle C.1, C.2 e C.3 è riportata una breve descrizione di ciascuna classe insieme all'indicazione della loro eventuale suddivisione in categorie, sottocategorie, divisioni, tipi, gruppi e riportata. Le tabelle C.4, C.5 e C.6 riportano le avvertenze, i codici gli indicatori di pericolo e pittogrammi associati a ciascuna classe, categoria e ogni altra suddivisione. Gli elenchi successivi associano a ciascun codice la corrispondente frase standard usata come indicatore di pericolo o consiglio di prudenza.

Tabella C.1- Pericoli fisici

Classe	Definizioni, categorie e altre suddivisioni
Esplosivi	La classe degli esplosivi comprende: sostanze e miscele esplosive; articoli esplosivi, sostanze e le miscele non menzionate che siano fabbricati al fine di produrre un effetto pratico esplosivo o pirotecnico. Esplosivo instabile; divisioni 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 e 1.6
Gas infiammabili	Gas che hanno un campo di infiammabilità se mescolati con l'aria. Categorie 1 e 2
Aerosol infiammabili	Gli aerosol che contengono un componente classificato come infiammabile (liquido con un punto di infiammabilità minore o uguale a 95°C; gas infiammabile; solido infiammabile). Categorie 1 e 2
Gas comburenti	Un gas capace, in genere per apporto di ossigeno, di provocare o favorire più dell'aria la combustione di altre materie. Categoria 1
Gas sotto pressione	Gas contenuti in un recipiente a una pressione relativa pari o superiore a 200 kPa o sotto forma di gas liquefatti o di gas liquefatti e refrigerati o disciolti in un solvente. Gruppi: gas compressi, gas liquefatti, gas liquefatti refrigerati e gas disciolti.
Liquidi infiammabili	Per liquido infiammabile si intende un liquido avente un punto di infammabilità non superiore a 60°C. Categorie 1,2 e 3
Solidi infiammabili	Solido facilmente infiammabile o che può provocare o favorire un incendio per sfregamento. Categorie 1 e 2
Sostanze e miscele autoreattive	Sostanze o miscele liquide o solide termicamente instabili, che possono subire una decomposizione fortemente esotermica, anche in assenza di ossigeno (aria). Questa definizione esclude le sostanze e miscele classificate come esplosivi, perossidi organici o comburenti. Tipi A, B, C, D, E, F e G
Liquidi piroforici	Sostanza o miscela liquida che, anche in piccole quantità, può infiammarsi. Categoria 1
Solidi piroforici	Sostanza o miscela solida che, anche in piccole quantità, può accendersi in meno di cinque minuti quando entra in contatto con l'aria. Categoria 1
Sostanze e miscele autoriscaldanti	Sostanza o miscela liquida o solida diversa da un liquido o solido piroforico che, per reazione con l'aria e senza apporto di energia, può autoriscaldarsi. Una tale sostanza o miscela differisce da un liquido o solido piroforico per il fatto che si accende solo se in grande quantità (chilogrammi) e dopo un lungo lasso di tempo (ore o giorni). Categorie 1 e 2
Sostanze e miscele che, in contatto con l'acqua, emettono gas infiammabili	Sostanze o miscele solide o liquide che, per interazione con l'acqua, possono diventare spontaneamente infiammabili o sviluppare gas infiammabili in quantità pericolose. Categorie 1, 2 e 3
Liquidi comburenti	Sostanza o miscela liquida che, pur non essendo di per sé necessariamente combustibile, può - generalmente cedendo ossigeno - causare o favorire la combustione di altre materie. Categorie 1, 2 e 3
Solidi comburenti	Sostanza o miscela solida che, pur non essendo di per sé necessariamente combustibile, può - generalmente cedendo ossigeno - causare o favorire la combustione di altre materie. Categorie 1, 2 e 3
Perossidi organici	I perossidi organici sono sostanze organiche liquide o solide che contengono la struttura bivalente -O-O-. Sotto questa denominazione sono comprese anche le miscele (formulazioni) di perossidi organici contenenti almeno un perossido organico. Tipi A, B, C, D, E, F e G
Sostanze e miscele corrosive per metalli	Una sostanza o miscela corrosiva per i metalli è una sostanza o miscela che, per azione chimica, può attaccare o distruggere i metalli.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella C.2- Pericoli per la Salute

Classe	Definizione e classificazione per Categorie
Tossicità acuta	Sostanza o miscele che producono effetti nocivi che si manifestano in seguito alla somministrazione per via orale o cutanea di una dose unica o di più dosi ripartite nell'arco di 24 ore, o in seguito ad una esposizione per inalazione di 4 ore. Categorie 1, 2, 3 e 4
Corrosione/irritazione della pelle	Sostanze o miscele che producono lesioni irreversibili della pelle, quali una necrosi visibile attraverso l'epidermide e nel derma, a seguito dell'applicazione di una sostanza di prova per una durata massima di quattro ore. Categorie 1A/B/C e 2
Gravi lesioni oculari/irritazione oculare	Sostanze o miscele che producono lesioni dei tessuti oculari o un grave deterioramento della vista conseguenti all'applicazione di una sostanza di prova sulla superficie anteriore dell'occhio, non totalmente reversibili entro 21 giorni dall'applicazione oppure un'alterazione dell'occhio conseguente all'applicazione di sostanze di prova sulla superficie anteriore dell'occhio, totalmente reversibile entro 21 giorni dall'applicazione. Categorie 1 e 2
Sensibilizzazione delle vie respiratorie	Per sostanza sensibilizzante delle vie respiratorie s'intende una sostanza che, se inalata, provoca un'ipersensibilità delle vie respiratorie. Categoria 1
Sensibilizzazione della pelle	Per sostanza sensibilizzante della pelle s'intende una sostanza che, a contatto con la pelle, provoca una reazione allergica. Categoria 1
Mutagenicità sulle cellule germinali	Sostanze cui è accertata la capacità di causare mutazioni ereditarie o da considerare come capaci di causare mutazioni ereditarie nelle cellule germinali umane. Categorie 1A/B e 2
Cancerogenicità	È cancerogena una sostanza o una miscela di sostanze che causa il cancro o ne aumenta l'incidenza. Categorie 1A/B e 2
Tossicità per la riproduzione	Sono tossiche per la riproduzione le sostanze e le miscele che hanno effetti nocivi sulla funzione sessuale e sulla fertilità degli uomini e delle donne adulti, nonché sullo sviluppo della progenie. Categorie 1A/B e 2 + Categoria supp. per effetti tramite o sull'allattamento.
Tossicità specifica per organi bersaglio - Esposizione singola	Tossicità specifica e non letale per organi bersaglio risultante da un'unica esposizione a una sostanza o miscela. Sono compresi tutti gli effetti significativi per la salute che possono alterare la funzione, reversibili o irreversibili, immediati e/o ritardati. Categorie 1, 2 e 3
Tossicità specifica per organi bersaglio - Esposizione ripetuta	Tossicità specifica per organi bersaglio risultante da un'esposizione ripetuta a una sostanza o miscela. Sono compresi tutti gli effetti significativi per la salute che possono alterare la funzione, reversibili o irreversibili, immediati e/o ritardati. Categorie 1 e 2
Tossicità in caso di aspirazione	Sostanze o miscele che possono presentare un pericolo per l'uomo in caso di aspirazione. La tossicità per aspirazione può avere effetti acuti gravi, quali polmonite chimica, lesioni polmonari di vario grado e il decesso. Categoria 1

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella C.3- Pericoli per l'Ambiente o per lo strato d'ozono

Classe	Definizione e classificazione per Categorie
Pericoloso per l'ambiente acquatico - Tossicità acuta	Per tossicità acuta per l'ambiente acquatico s'intende la capacità propria di causare danni a un organismo sottoposto a un'esposizione di breve durata. Categoria 1
Pericoloso per l'ambiente acquatico - Tossicità cronica	Per tossicità cronica per l'ambiente acquatico s'intende la proprietà intrinseca di provocare effetti nocivi su organismi acquatici durante esposizioni determinate in relazione al ciclo vitale dell'organismo. Categorie 1, 2, 3 e 4
Pericoloso per lo stato d'ozono (classe supplementare)	Sostanza che può presentare un pericolo per la struttura e/o il funzionamento dello strato di ozono della stratosfera. Nel caso di miscele, la concentrazione individuale della sostanza o delle sostanze in esse contenute pericolose per lo strato d'ozono deve essere ≥ 0,1 %.

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella C.4a - Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi - (parte 1 di 3)

Classe	Categoria, Divisione o Gruppo	Avvertenza	Indicatore di pericolo	Pittogramma
Esplosivi	Esplosivo instabile	Pericolo	H200	
	Divisione 1.1	Pericolo	H201	
	Divisione 1.2	Pericolo	H202	
	Divisione 1.3	Pericolo	H203	
	Divisione 1.4	Pericolo	H204	
	Divisione 1.5	Pericolo	H205	-
	Divisione 1.6	-	-	-
Gas infiammabili	Categoria 1	Pericolo	H220	
	Categoria 2	Attenzione	H221	-
Aerosol infiammabili	Categoria 1	Pericolo	H222	
	Categoria 2	Attenzione	H223	
Gas comburenti	Categoria 1	Pericolo	H270	
Gas sotto pressione	Gruppo gas compressi	Attenzione	H280	
	Gruppo gas liquefatti	Attenzione	H280	
	Gruppo gas liquefatti refrigerati	Attenzione	H281	
	Gruppo gas disciolti	Attenzione	H280	

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella C.4b - Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi- Pericoli fisici (parte 2 di 3)

Classe	Categoria, Divisione, o Tipo	Avvertenza	Indicatore di pericolo	Pittogramma
Liquidi infiammabili	Categoria 1	Pericolo	H224	
	Categoria 2	Pericolo	H225	
	Categoria 3	Pericolo	H226	
Solidi infiammabili	Categoria 1	Pericolo	H228	
	Categoria 2	Attenzione	H228	
Sostanze e miscele autoreattive	Tipo A	Pericolo	H240	
	Tipo B	Pericolo	H241	
	Tipo C e D	Pericolo	H242	
	Tipo E e F	Attenzione	H242	
	Tipo G	-	-	-
Liquidi piroforici	Categoria 1	Pericolo	H250	
Solidi piroforici	Categoria 1	Pericolo	H250	
Sostanze e miscele autoriscaldanti	Categoria 1	Pericolo	H251	
	Categoria 2	Attenzione	H252	
Sostanze e miscele che, in contatto con l'acqua, emettono gas infiammabili	Categoria 1	Pericolo	H260	
	Categoria 2	Pericolo	H261	
	Categoria 3	Attenzione	H261	

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella C.4c - Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi - Pericoli fisici (parte 3 di 3)

Classe	Categoria o Tipo	Avvertenza	Indicatore di pericolo	Pittogramma
Liquidi comburenti	Categoria 1	Pericolo	H271	
	Categoria 2	Pericolo	H272	
	Categoria 3	Attenzione	H272	
Solidi comburenti	Categoria 1	Pericolo	H271	
	Categoria 2	Pericolo	H272	
	Categoria 3	Attenzione	H272	
Perossidi organici	Tipo A	Pericolo	H240	
	Tipo B	Pericolo	H241	
	Tipo C e D	Pericolo	H242	
	Tipo E e F	Attenzione	H242	
	Tipo G	-	-	-
Sostanze e miscele corrosive per metalli	Categoria 1	Attenzione		

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella C.5a -Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi- Pericoli per la salute (parte 1 di 2)

Classe	Categoria	Avvertenza	Indicatore di pericolo	Pittogramma
Tossicità acuta	Categoria 1	Pericolo	H300	
	Categoria 2	Pericolo	H300	
	Categoria 3	Pericolo	H301	
	Categoria 4	Attenzione	H302	
Corrosione/irritazione della pelle	Categoria 1A /1B/1C	Pericolo	H314	
	Categoria 2	Attenzione	H315	
Gravi lesioni oculari/irritazione oculare	Categoria 1	Pericolo	H318	
	Categoria 2	Attenzione	H319	
Sensibilizzazione delle vie respiratorie	Categoria 1	Pericolo	H334	
Sensibilizzazione della pelle	Categoria 1	Attenzione	H317	
Mutagenicità sulle cellule germinali	Categoria 1A /1B	Pericolo	H340	
	Categoria 2	Attenzione	H341	
Cancerogenicità	Categoria 1A /1B	Pericolo	H350	
	Categoria 2	Attenzione	H351	
Tossicità per la riproduzione	Categoria 1A /1B	Pericolo	H350	
	Categoria 2	Attenzione	H351	
	Categoria supp. per effetti tramite o sull'allattamento	-	H361	-

Documento per uso interno – Luigi Manna

Tabella C.5b - Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi - Pericoli per la salute (parte 1 di 2)

Classe	Categoria	Avvertenza	Indicatore di pericolo	Pittogramma
Tossicità specifica per organi bersaglio - Esposizione singola	Categoria 1	Pericolo	H371	
	Categoria 2	Attenzione	H372	
	Categoria 3	Attenzione	H373	
Tossicità specifica per organi bersaglio - Esposizione ripetuta	Categoria 1	Pericolo	H372	
	Categoria 2	Attenzione	H373	
Tossicità in caso di aspirazione	Categoria 1	Pericolo	H304	

Tabella C.6- Avvertenze, Indicatori di pericolo e pittogrammi - Pericoli per l'Ambiente e per lo strato d'ozono

Classe	Categoria	Avvertenza	Indicatore di pericolo	Pittogramma
Pericoloso per l'ambiente acquatico - Tossicità acuta	Categoria 1	Attenzione	H400	
Pericoloso per l'ambiente acquatico - Tossicità cronica	Categoria 1	Attenzione	H372	
	Categoria 2	-	-	
	Categoria 3	-	-	-
	Categoria 4	-	-	-
Pericoloso per lo stato d'ozono (classe supplementare)	-	Pericolo	EUH059	-

Documento per uso interno – Luigi Manna

Elenco delle Indicazioni di Pericolo e Indicazioni di Pericolo Supplementari per l'Unione Europea

Indicazioni di pericolo - Proprietà fisiche

H200	Esplosivo instabile
H201	Esplosivo; pericolo di esplosione di massa
H202	Esplosivo; grave pericolo di proiezione
H203	Esplosivo; pericolo di incendio, di spostamento d'aria o di proiezione
H204	Pericolo di incendio o di proiezione
H205	Pericolo di esplosione di massa in caso d'incendio
H220	Gas altamente infiammabile
H221	Gas infiammabile
H222	Aerosol altamente infiammabile
H223	Aerosol infiammabile
H224	Liquido e vapori altamente infiammabili
H225	Liquido e vapori facilmente infiammabili
H226	Liquido e vapori infiammabili
H228	Solido infiammabile
H240	Rischio di esplosione per riscaldamento
H241	Rischio d'incendio o di esplosione per riscaldamento
H242	Rischio d'incendio per riscaldamento
H250	Spontaneamente infiammabile all'aria
H251	Autoriscaldante; può infiammarsi
H252	Autoriscaldante in grandi quantità; può infiammarsi
H260	A contatto con l'acqua libera gas infiammabili che possono infiammarsi spontaneamente
H261	A contatto con l'acqua libera gas infiammabili
H270	Può provocare o aggravare un incendio; comburente
H271	Può provocare un incendio o un'esplosione; molto comburente
H272	Può aggravare un incendio; comburente
H280	Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato
H281	Contiene gas refrigerato; può provocare ustioni o lesioni criogeniche
H290	Può essere corrosivo per i metalli

Documento per uso interno – Luigi Manna

Indicazioni di pericolo - Pericolo per la salute	
H300	Letale se ingerito
H301	Tossico se ingerito
H302	Nocivo se ingerito
H304	Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie
H310	Letale per contatto con la pelle
H311	Tossico per contatto con la pelle
H312	Nocivo per contatto con la pelle
H314	Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari
H315	Provoca irritazione cutanea
H317	Può provocare una reazione allergica cutanea
H318	Provoca gravi lesioni oculari
H319	Provoca grave irritazione oculare
H330	Letale se inalato
H331	Tossico se inalato
H332	Nocivo se inalato
H334	Può provocare sintomi allergici o asmatici o difficoltà respiratorie se inalato
H335	Può irritare le vie respiratorie
H336	Può provocare sonnolenza o vertigini
H340	Può provocare alterazioni genetiche *<indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*
H341	Sospettato di provocare alterazioni genetiche *<indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*
H350	Può provocare il cancro*<indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*
H351	Sospettato di provocare il cancro *<indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*
H360	Può nuocere alla fertilità o al feto *<indicare l'effetto specifico, se noto><indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*
H361	Sospettato di nuocere alla fertilità o al feto *<indicare l'effetto specifico, se noto> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*
H362	Può essere nocivo per i lattanti allattati al seno
H370	Provoca danni agli organi *<o indicare tutti gli organi interessati, se noti> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*

Documento per uso interno – Luigi Manna

H371	Può provocare danni agli organi *<o indicare tutti gli organi interessati, se noti> <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*
H372	Provoca danni agli organi *<o indicare tutti gli organi interessati, se noti>* in caso di esposizione prolungata o ripetuta *<indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*
H373	Può provocare danni agli organi *<o indicare tutti gli organi interessati, se noti>* in caso di esposizione prolungata o ripetuta *<indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo>*

Indicazioni di pericolo - Pericolo per l'ambiente	
H400	Molto tossico per gli organismi acquatici
H410	Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
H411	Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
H412	Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
H413	Può essere nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata

Indicazioni di pericolo supplementari	
EUH001	Esplosivo allo stato secco
EUH006	Esplosivo a contatto o senza contatto con l'aria
EUH014	Reagisce violentemente con l'acqua
EUH018	Durante l'uso può formarsi una miscela vapore-aria esplosiva/infiammabile
EUH019	Può formare perossidi esplosivi
EUH044	Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato
EUH029	A contatto con l'acqua libera un gas tossico
EUH031	A contatto con acidi libera gas tossici
EUH032	A contatto con acidi libera gas molto tossici
EUH066	L'esposizione ripetuta può provocare secchezza o screpolature della pelle
EUH070	Tossico per contatto oculare
EUH071	Corrosivo per le vie respiratorie
EUH059	Pericoloso per lo strato di ozono
EUH 201/201A	Contiene piombo Non utilizzare su oggetti che possono essere masticati o succhiati dai bambini Attenzione! Contiene piombo
EUH202	Cianoacrilato Pericolo Incolla la pelle e gli occhi in pochi secondi Tenere fuori dalla portata dei bambini

EUH203	Contiene cromo (VI) Può provocare una reazione allergica
EUH204	Contiene isocianati Può provocare una reazione allergica
EUH205	Contiene componenti epossidici Può provocare una reazione allergica
EUH206	Attenzione! Non utilizzare in combinazione con altri prodotti Possono liberarsi gas pericolosi (cloro)
EUH207	Attenzione! Contiene cadmio Durante l'uso si sviluppano fumi pericolosi Leggere le informazioni fornite dal fabbricante Rispettare le disposizioni di sicurezza
EUH208	Contiene <denominazione della sostanza sensibilizzante> Può provocare una reazione allergica
EUH209/209A	Può diventare facilmente infiammabile durante l'uso Può diventare infiammabile durante l'uso
EUH210	Scheda dati di sicurezza disponibile su richiesta
EUH401	Per evitare rischi per la salute umana e per l'ambiente, seguire le istruzioni per l'uso

Indicazioni di pericolo con codici supplementari	
H350i	Può provocare il cancro se inalato
H360F	Può nuocere alla fertilità
H360D	Può nuocere al feto
H361f	Sospettato di nuocere alla fertilità
H361d	Sospettato di nuocere al feto
H360FD	Può nuocere alla fertilità Può nuocere al feto
H361fd	Sospettato di nuocere alla fertilità Sospettato di nuocere al feto
H360Fd	Può nuocere alla fertilità Sospettato di nuocere al feto
H360Df	Può nuocere al feto Sospettato di nuocere alla fertilità

Documento per uso interno – Luigi Manna

Elenco dei Consigli di Prudenza

Consigli di prudenza di carattere generale	
P101	In caso di consultazione di un medico, tenere a disposizione il contenitore o l'etichetta del prodotto
P102	Tenere fuori dalla portata dei bambini
P103	Leggere l'etichetta prima dell'uso

Consigli di prudenza - Prevenzione	
P201	Procurarsi istruzioni specifiche prima dell'uso
P202	Non manipolare prima di avere letto e compreso tutte le avvertenze
P210	Tenere lontano da fonti di calore/scintille/fiamme libere/superfici riscaldate – Non fumare
P211	Non vaporizzare su una fiamma libera o altra fonte di accensione
P220	Tenere/conservare lontano da indumenti// materiali combustibili
P221	Prendere ogni precauzione per evitare di miscelare con sostanze combustibili
P222	Evitare il contatto con l'aria
P223	Evitare qualsiasi contatto con l'acqua: pericolo di reazione violenta e di infiammazione spontanea
P230	Mantenere umido con
P231	Manipolare in atmosfera di gas inerte
P232	Proteggere dall'umidità
P233	Tenere il recipiente ben chiuso
P234	Conservare soltanto nel contenitore originale
P235	Conservare in luogo fresco
P240	Mettere a terra/massa il contenitore e il dispositivo ricevente
P241	Utilizzare impianti elettrici/di ventilazione/d'illuminazione/…/ a prova di esplosione
P242	Utilizzare solo utensili antiscintillamento
P243	Prendere precauzioni contro le scariche elettrostatiche
P244	Mantenere le valvole di riduzione libere da grasso e olio
P250	Evitare le abrasioni /gli urti/…/gli attriti
P251	Recipiente sotto pressione: non perforare né bruciare, neppure dopo l'uso
P260	Non respirare la polvere/i fumi/i gas/la nebbia/i vapori/gli aerosol
P261	Evitare di respirare la polvere/i fumi/i gas/la nebbia/i vapori/gli aerosol
P262	Evitare il contatto con gli occhi, la pelle o gli indumenti
P263	Evitare il contatto durante la gravidanza/l'allattamento

Documento per uso interno – Luigi Manna

P264	Lavare accuratamente … dopo l'uso
P270	Non mangiare, né bere, né fumare durante l'uso
P271	Utilizzare soltanto all'aperto o in luogo ben ventilato
P272	Gli indumenti da lavoro contaminati non devono essere portati fuori dal luogo di lavoro
P273	Non disperdere nell'ambiente
P280	Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso
P281	Utilizzare il dispositivo di protezione individuale richiesto
P282	Utilizzare guanti termici/schermo facciale/Proteggere gli occhi
P283	Indossare indumenti completamente ignifughi o in tessuti ritardanti di fiamma
P284	Utilizzare un apparecchio respiratorio
P285	In caso di ventilazione insufficiente utilizzare un apparecchio respiratorio
P231+P232	Manipolare in atmosfera di gas inerte Tenere al riparo dall'umidità
P235+P410	Tenere in luogo fresco Proteggere dai raggi solari

Consigli di prudenza - Reazione	
P301	IN CASO DI INGESTIONE:
P302	IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE:
P303	IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE (o con i capelli):
P304	IN CASO DI INALAZIONE:
P305	IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI:
P306	IN CASO DI CONTATTO CON GLI INDUMENTI:
P307	IN CASO di esposizione:
P308	IN CASO di esposizione o di possibile esposizione:
P309	IN CASO di esposizione o di malessere:
P310	Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico
P311	Contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico
P312	In caso di malessere, contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico
P313	Consultare un medico
P314	In caso di malessere, consultare un medico
P315	Consultare immediatamente un medico
P320	Trattamento specifico urgente (vedere… su questa etichetta)
P321	Trattamento specifico (vedere …su questa etichetta)
P322	Misure specifiche (vedere …su questa etichetta)
P330	Sciacquare la bocca
P331	NON provocare il vomito

P332	In caso di irritazione della pelle:
P333	In caso di irritazione o eruzione della pelle:
P334	Immergere in acqua fredda/avvolgere con un bendaggio umido
P335	Rimuovere le particelle depositate sulla pelle
P336	Sgelare le parti congelate usando acqua tiepida Non sfregare la parte interessata
P337	Se l'irritazione degli occhi persiste:
P338	Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo Continuare a sciacquare
P340	Trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
P341	Se la respirazione è difficile, trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
P342	In caso di sintomi respiratori:
P350	Lavare delicatamente e abbondantemente con acqua e sapone
P351	Sciacquare accuratamente per parecchi minuti
P352	Lavare abbondantemente con acqua e sapone
P353	Sciacquare la pelle/fare una doccia
P360	Sciacquare immediatamente e abbondantemente gli indumenti contaminati e la pelle prima di togliersi gli indumenti
P361	Togliersi di dosso immediatamente tutti gli indumenti contaminati
P362	Togliersi di dosso gli indumenti contaminati e lavarli prima di indossarli nuovamente
P363	Lavare gli indumenti contaminati prima di indossarli nuovamente
P370	In caso di incendio:
P371	In caso di incendio grave e di quantità rilevanti:
P372	Rischio di esplosione in caso di incendio
P373	NON utilizzare mezzi estinguenti se l'incendio raggiunge materiali esplosivi
P374	Utilizzare i mezzi estinguenti con le precauzioni abituali a distanza ragionevole
P375	Rischio di esplosione Utilizzare i mezzi estinguenti a grande distanza
P376	Bloccare la perdita se non c'è pericolo
P377	In caso d'incendio dovuto a perdita di gas, non estinguere a meno che non sia possibile bloccare la perdita senza pericolo
P378	Estinguere con…
P380	Evacuare la zona
P381	Eliminare ogni fonte di accensione se non c'è pericolo
P390	Assorbire la fuoriuscita per evitare danni materiali
P391	Raccogliere il materiale fuoriuscito
P301+P310	IN CASO DI INGESTIONE: contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico

P301+P312	IN CASO DI INGESTIONE accompagnata da malessere: contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico
P301+P330+P331	IN CASO DI INGESTIONE: sciacquare la bocca NON provocare il vomito
P302+P334	IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE: immergere in acqua fredda/avvolgere con un bendaggio umido
P302+P350	IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE: lavare delicatamente e abbondantemente con acqua e sapone
P302+P352	IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE: lavare abbondantemente con acqua e sapone
P303+P361+P353	IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE (o con i capelli): togliersi di dosso immediatamente tutti gli indumenti contaminati Sciacquare la pelle/fare una doccia
P304+P340	IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
P304+P341	IN CASO DI INALAZIONE: se la respirazione è difficile, trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione
P305+P351+P338	IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo Continuare a sciacquare
P306+P360	IN CASO DI CONTATTO CON GLI INDUMENTI: sciacquare immediatamente e abbondantemente gli indumenti contaminati e la pelle prima di togliersi gli indumenti
P307+P311	IN CASO di esposizione, contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico
P308+P313	IN CASO di esposizione o di possibile esposizione, consultare un medico
P309+P311	IN CASO di esposizione o di malessere, contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico
P332+P313	In caso di irritazione della pelle: consultare un medico
P333+P313	In caso di irritazione o eruzione della pelle: consultare un medico
P335+P334	Rimuovere le particelle depositate sulla pelle Immergere in acqua fredda/avvolgere con un bendaggio umido
P337+P313	Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico
P342+P311	In caso di sintomi respiratori: contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico
P370+P376	In caso di incendio: bloccare la perdita se non c'è pericolo
P370+P378	In caso di incendio: estinguere con
P370+P380	Evacuare la zona in caso di incendio
P370+P380+P375	In caso di incendio: evacuare la zona Rischio di esplosione Utilizzare i mezzi estinguenti a grande distanza
P371+P380+P375	In caso di incendio grave e di grandi quantità: evacuare la zona Rischio di esplosione Utilizzare i mezzi estinguenti a grande distanza

Documento per uso interno – Luigi Manna

Consigli di prudenza - Conservazione	
P401	Conservare…
P402	Conservare in luogo asciutto
P403	Conservare in luogo ben ventilato
P404	Conservare in un recipiente chiuso
P405	Conservare sotto chiave
P406	Conservare in recipiente resistente alla corrosione/ provvisto di rivestimento interno resistente
P407	Mantenere uno spazio libero tra gli scaffali/i pallet
P410	Proteggere dai raggi solari
P411	Conservare a temperature non superiori a …°C/…°F
P412	Non esporre a temperature superiori a 50°C/122°F
P413	Conservare le rinfuse di peso superiore a …kg/…lb a temperature non superiori a …°C/°F
P420	Conservare lontano da altri materiali
P422	Conservare sotto…
P402+P404	Conservare in luogo asciutto e in recipiente chiuso
P403+P233	Tenere il recipiente ben chiuso e in luogo ben ventilato
P403+P235	Conservare in luogo fresco e ben ventilato
P410+P403	Proteggere dai raggi solari Conservare in luogo ben ventilato
P410+P412	Proteggere dai raggi solari Non esporre a temperature superiori a 50°C/122°F
P411+P235	Conservare in luogo fresco a temperature non superiori a °C/°F

Consigli di prudenza - Smaltimento	
P501	Smaltire il prodotto/recipiente in